This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

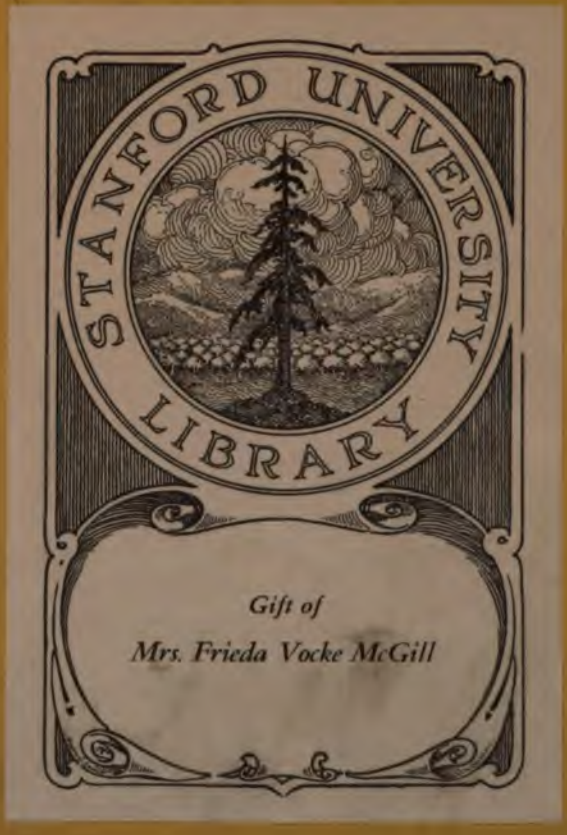
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

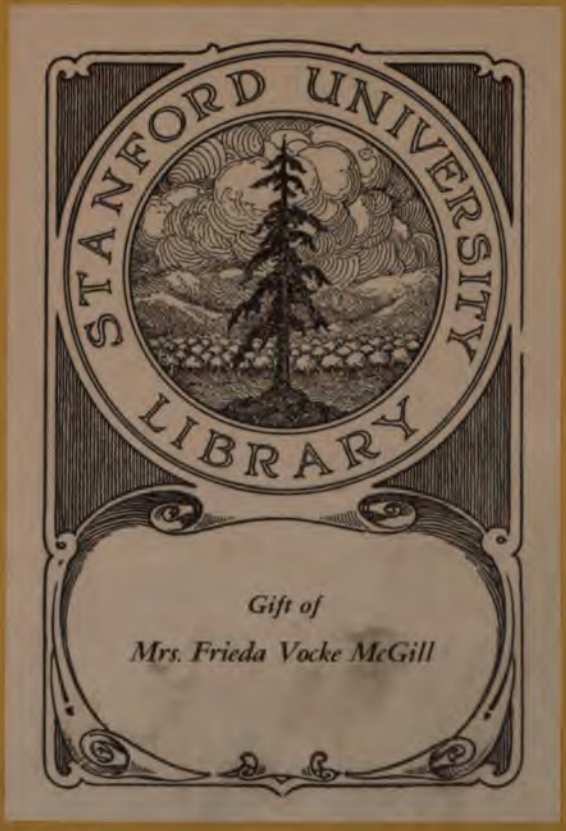
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

HUMBOLDT'S
JUBILÄUM
AM
14. SEPTEMBER
1869.


STANFORD UNIVERSITY
LIBRARY
Gift of
Mrs. Frieda Vocke McGill


STANFORD UNIVERSITY
LIBRARY
Gift of
Mrs. Frieda Vocke McGill

1869.

Kosmos.

Entwurf einer

Phyſiſchen Weltbeſchreibung

von

Alexander von Humboldt.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non totam complectatur animo. *Plin. H. N.* lib. 7 c. 1.

Amerikaniſche Jubiläums-Ausgabe.

(Mit dem Portrait Humboldt's in Stahlſtich.)

Philadelphia.

Verlag von F. W. Thomas & Söhne.

1869.

696756
500
H919

Vorrede.

Ich übergebe am späten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutschen Publikum ein Werk, dessen Bild in unbestimmten Umrissen mir fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele schwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieses Werk für unausführbar gehalten: und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorsichtig, zu demselben zurückgekehrt. Ich widme es meinen Zeitgenossen mit der Schüchternheit, die ein gerechtes Mißtrauen in das Maaß meiner Kräfte mir einflößen muß. Ich suche zu vergessen, daß lange erwartete Schriften gewöhnlich sich minderer Nachsicht zu erfreuen haben.

Wenn durch äußere Lebensverhältnisse und durch einen unwiderstehlichen Drang nach verschiedenartigem Wissen ich veranlaßt worden bin, mich mehrere Jahre, und scheinbar ausschließlich, mit einzelnen Disciplinen: mit beschreibender Botanik, mit Geognosie, Chemie, astronomischen Ortsbestimmungen und Erdmagnetismus als Vorbereitung zu einer großen Reise-Expedition zu beschäftigen; so war doch immer der eigentliche Zweck des Erlernens ein höherer. Was mir den Hauptantrieb gewährte, war das Bestreben, die Erscheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufassen. Ich war durch den Umgang mit hochbegabten Männern früh zu der Einsicht gelangt, daß ohne den ernsten Hang nach der Kenntniß des Einzelnen alle große und allgemeine Weltanschauung nur ein Luftgebilde sein könne. Es sind aber die Einzelheiten im Naturwissen ihrem inneren Wesen nach fähig, wie durch eine aneignende Kraft sich gegenseitig zu befruchten. Die beschreibende Botanik, nicht mehr in den engen Kreis der Bestimmung von Geschlechtern und Arten festgebannt, führt den Beobachter, welcher ferne Länder und hohe Gebirge durchwandert, zu der Lehre von der geographischen Vertheilung der Pflanzen über den Erdboden nach Maaßgabe der Entfernung vom Aequator und der senkrechten Erhöhung des Standortes. Um nun wiederum die verwickelten Ursachen dieser Vertheilung aufzuklären, müssen die Gesetze der Temperatur-Verschiedenheit der Klimate wie der meteorologischen Processe im Luftkreise erspähet werden. So führt den wißbegierigen Beobachter jede Classe von Erscheinungen zu einer anderen, durch welche sie begründet wird, oder die von ihr abhängt.

Es ist mir ein Glück geworden, das wenige wissenschaftliche Reisende in gleichem Maaß mit mir getheilt haben: das Glück, nicht bloß Küstenländer, wie auf den Erdumseglungen, sondern das Innere zweier Continente in weiten Räumen und zwar da zu sehen, wo diese Räume die auffallendsten Con-

traste der alpinischen Tropenlandschaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Asiens darbieten. Solche Unternehmungen mußten bei der eben geschilderten Richtung meiner Bestrebungen zu allgemeinen Ansichten aufmuntern; sie mußten den Muth beleben, unsre dermalige Kenntniß der siderischen und tellurischen Erscheinungen des Kosmos in ihrem empirischen Zusammenhange in einem einigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbestimmt aufgefaßte Begriff einer *physischen Erdbeschreibung* ging so durch erweiterte Betrachtung, ja nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *physischen Weltbeschreibung* über.

Bei der reichen Fülle des Materials, welches der ordnende Geist beherrschen soll, ist die Form eines solchen Werkes, wenn es sich irgend eines literarischen Vorzugs erfreuen soll, von großer Schwierigkeit. Den Naturschilderungen darf nicht der Hauch des Lebens entzogen werden, und doch erzeugt das Aneinanderreihen bloß allgemeiner Resultate einen eben so ermüdenden Eindruck, als die Anhäufung zu vieler Einzelheiten der Beobachtung. Ich darf mir nicht schmeicheln, so verschiedenartigen Bedürfnissen der Composition genügt, Klippen vermieden zu haben, die ich nur zu bezeichnen verstehe. Eine schwache Hoffnung gründet sich auf die besondere Nachsicht, welche das deutsche Publikum einer kleinen Schrift, die ich unter dem Titel: *Ansichten der Natur* gleich nach meiner Rückkunft aus Mexico veröffentlicht, lange Zeit geschenkt hat. Diese Schrift behandelte einzelne Theile des Erdelebens (Pflanzengestaltung, Grasfluren und Wüsten) unter generellen Beziehungen. Sie hat mehr durch das gewirkt, was sie in empfänglichen, mit Phantasie begabten, jungen Gemüthern erweckt hat, als durch das, was sie geben konnte. In dem *Kosmos*, an welchem ich jetzt arbeite, wie in den *Ansichten der Natur* habe ich zu zeigen gesucht, daß eine gewisse Gründlichkeit in der Behandlung der einzelnen Thatsachen nicht unbedingt Farbenlosigkeit in der Darstellung erheischt.

Da öffentliche Vorträge ein leichtes und entscheidendes Mittel darbieten, um die gute oder schlechte Verkettung einzelner Theile einer Lehre zu prüfen, so habe ich viele Monate lang erst zu Paris in französischer Sprache und später zu Berlin in unserer vaterländischen Sprache fast gleichzeitig in der großen Halle der Sing-Akademie und in einem der Hörsäle der Universität Vorlesungen über die *physische Weltbeschreibung*, wie ich die Wissenschaft aufgefaßt, gehalten. Bei freier Rede habe ich in Frankreich und Deutschland nichts über meine Vorträge schriftlich aufgezeichnet. Auch die Hefte, welche durch den Fleiß aufmerksamer Zuhörer entstanden sind, blieben mir unbekannt und wurden daher bei dem jetzt erscheinenden Buche auf keine Weise benutzt. Die einleitenden Betrachtungen des ersten Buches abgerechnet, ist alles von mir in den Jahren 1843 und 1844 zum ersten Male nie-

vergeschrieben. Wo der jetzige Zustand des Beobachteten und der Meinungen (die zunehmende Fülle des ersteren ruft unwiderbringlich Veränderungen in den letzteren hervor) geschildert werden soll, gewinnt, glaube ich, diese Schilderung an Einheit, an Frische und innerem Leben, wenn sie an eine bestimmte Epoche geknüpft ist. Die Vorlesungen und der Kosmos haben also nichts mit einander gemein, als etwa die Reihenfolge der Gegenstände, die sie behandelt. Nur den „einleitenden Betrachtungen" habe ich die Form einer Rede gelassen, in die sie theilweise eingeflochten waren.

Den zahlreichen Zuhörern, welche mit so vielem Wohlwollen meinen Vorträgen in dem Universitäts-Gebäude gefolgt sind, ist es vielleicht angenehm, wenn ich als eine Erinnerung an jene längst verfloßne Zeit, zugleich aber auch als ein schwaches Denkmal meiner Dankgefühle hier die Vertheilung der einzeln abgehandelten Materien unter die Gesammtzahl der Vorlesungen (vom 3. Nov. 1827 bis 26. April 1828, in 61 Vorträgen) einschalte: Wesen und Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, allgemeines Naturgemälde 5 Vorträge; Geschichte der Weltanschauung 3; Anregungen zum Natur-Studium 2; Himmelsräume 16; Gestalt, Dichte, innere Wärme, Magnetismus der Erde und Polarlicht 5; Natur der starren Erdrinde, heiße Quellen, Erdbeben, Vulkanismus 4; Gebirgsarten, Typen der Formationen 2; Gestalt der Erdoberfläche, Gliederung der Continente, Hebung auf Spalten 2; tropfbar-flüssige Umhüllung: Meer 3; elastisch-flüssige Umhüllung: Atmosphäre, Wärmevertheilung 10; geographische Vertheilung der Organismen im Allgemeinen 1; Geographie der Pflanzen 3; Geographie der Thiere 3; Menschen-Racen 2.

Das erste Buch meines Werkes enthält: Einleitende Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und die Ergründung der Weltgesetze; Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung der physischen Weltbeschreibung; ein allgemeines Naturgemälde als Uebersicht der Erscheinungen im Kosmos. Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernsten Nebelflecken und kreisenden Doppelsternen des Weltraums zu den tellurischen Erscheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Thiere und Menschen-Racen) herabsteigt, enthält es schon das, was ich als das Wichtigste und Wesentlichste meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verkettung des Allgemeinen mit dem Besonderen, den Geist der Behandlung in Auswahl der Erfahrungssätze, in Form und Styl der Composition. Die beiden nachfolgenden Bücher sollen die Anregungsmittel zum Naturstudium (durch Belebung von Naturschilderungen, durch Landschaftmalerei und durch Gruppirung exotischer Pflanzengestalten in Treibhäusern); die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Auffassung des Begriffs von dem Zusammenwirken der Kräfte in

traste der alpinischen Tropenlandschaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Asiens darbieten. Solche Unternehmungen mußten bei der eben geschilderten Richtung meiner Bestrebungen zu allgemeinen Ansichten aufmuntern; sie mußten den Muth beleben, unsre dermalige Kenntniß der siderischen und tellurischen Erscheinungen des Kosmos in ihrem empirischen Zusammenhange in einem einigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbestimmt aufgefaßte Begriff einer *physischen Erdbeschreibung* ging so durch erweiterte Betrachtung, ja nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *physischen Weltbeschreibung* über.

Bei der reichen Fülle des Materials, welches der ordnende Geist beherrschen soll, ist die Form eines solchen Werkes, wenn es sich irgend eines literarischen Vorzugs erfreuen soll, von großer Schwierigkeit. Den Naturschilderungen darf nicht der Hauch des Lebens entzogen werden, und doch erzeugt das Aneinanderreihen bloß allgemeiner Resultate einen eben so ermüdenden Eindruck, als die Anhäufung zu vieler Einzelheiten der Beobachtung. Ich darf mir nicht schmeicheln, so verschiedenartigen Bedürfnissen der Composition genügt, Klippen vermieden zu haben, die ich nur zu bezeichnen verstehe. Eine schwache Hoffnung gründet sich auf die besondere Nachsicht, welche das deutsche Publikum einer kleinen Schrift, die ich unter dem Titel: *Ansichten der Natur* gleich nach meiner Rückkunft aus Mexico veröffentlicht, lange Zeit geschenkt hat. Diese Schrift behandelte einzelne Theile des Erdelebens (Pflanzengestaltung, Grasfluren und Wüsten) unter generellen Beziehungen. Sie hat mehr durch das gewirkt, was sie in empfänglichen, mit Phantasie begabten, jungen Gemüthern erweckt hat, als durch das, was sie geben konnte. In dem *Kosmos*, an welchem ich jetzt arbeite, wie in den *Ansichten der Natur* habe ich zu zeigen gesucht, daß eine gewisse Gründlichkeit in der Behandlung der einzelnen Thatsachen nicht unbedingt Farbenlosigkeit in der Darstellung erheischt.

Da öffentliche Vorträge ein leichtes und entscheidendes Mittel darbieten, um die gute oder schlechte Verkettung einzelner Theile einer Lehre zu prüfen, so habe ich viele Monate lang erst zu Paris in französischer Sprache und später zu Berlin in unserer vaterländischen Sprache fast gleichzeitig in der großen Halle der Sing-Akademie und in einem der Hörsäle der Universität Vorlesungen über die *physische Weltbeschreibung*, wie ich die Wissenschaft aufgefaßt, gehalten. Bei freier Rede habe ich in Frankreich und Deutschland nichts über meine Vorträge schriftlich aufgezeichnet. Auch die Hefte, welche durch den Fleiß aufmerksamer Zuhörer entstanden sind, blieben mir unbekannt und wurden daher bei dem jetzt erscheinenden Buche auf keine Weise benutzt. Die einleitenden Betrachtungen des ersten Buches abgerechnet, ist alles von mir in den Jahren 1843 und 1844 zum ersten Male nie-

dergeschrieben. Wo der jetzige Zustand des Beobachteten und der Meinungen (die zunehmende Fülle des ersteren ruft unwiderbringlich Veränderungen in den letzteren hervor) geschildert werden soll, gewinnt, glaube ich, diese Schilderung an Einheit, an Frische und innerem Leben, wenn sie an eine bestimmte Epoche geknüpft ist. Die Vorlesungen und der Kosmos haben also nichts mit einander gemein, als etwa die Reihenfolge der Gegenstände, die sie behandelt. Nur den „einleitenden Betrachtungen" habe ich die Form einer Rede gelassen, in die sie theilweise eingeflochten waren.

Den zahlreichen Zuhörern, welche mit so vielem Wohlwollen meinen Vorträgen in dem Universitäts-Gebäude gefolgt sind, ist es vielleicht angenehm, wenn ich als eine Erinnerung an jene längst verfloßne Zeit, zugleich aber auch als ein schwaches Denkmal meiner Dankgefühle hier die Vertheilung der einzeln abgehandelten Materien unter die Gesammtzahl der Vorlesungen (vom 3. Nov. 1827 bis 26. April 1828, in 61 Vorträgen) einschalte: Wesen und Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, allgemeines Naturgemälde 5 Vorträge; Geschichte der Weltanschauung 3; Anregungen zum Natur-Studium 2; Himmelsräume 16; Gestalt, Dichte, innere Wärme, Magnetismus der Erde und Polarlicht 5; Natur der starren Erdrinde, heiße Quellen, Erdbeben, Vulkanismus 4; Gebirgsarten, Typen der Formationen 2; Gestalt der Erdoberfläche, Gliederung der Continente, Hebung auf Spalten 2; tropfbar-flüssige Umhüllung: Meer 3; elastisch-flüssige Umhüllung: Atmosphäre, Wärmevertheilung 10; geographische Vertheilung der Organismen im Allgemeinen 1; Geographie der Pflanzen 3; Geographie der Thiere 3; Menschen-Racen 2.

Das erste Buch meines Werkes enthält: Einleitende Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und die Ergründung der Weltgesetze; Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung der physischen Weltbeschreibung; ein allgemeines Naturgemälde als Uebersicht der Erscheinungen im Kosmos. Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernsten Nebelflecken und kreisenden Doppelsternen des Weltraums zu den tellurischen Erscheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Thiere und Menschen-Racen) herabsteigt, enthält es schon das, was ich als das Wichtigste und Wesentlichste meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verkettung des Allgemeinen mit dem Besonderen, den Geist der Behandlung in Auswahl der Erfahrungssätze, in Form und Styl der Composition. Die beiden nachfolgenden Bücher sollen die Anregungsmittel zum Naturstudium (durch Belebung von Naturschilderungen, durch Landschaftmalerei und durch Gruppirung exotischer Pflanzengestalten in Treibhäusern); die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Auffassung des Begriffs von dem Zusammenwirken der Kräfte in

einem Naturganzen; und das Specielle der einzelnen Disciplinen enthalten, deren gegenseitige Verbindung in dem Naturgemälde des ersten Buches angedeutet worden ist. Von meinen eigenen Schriften, in denen ihrer Natur nach die Thatsachen mannigfaltig zerstreut sind, habe ich immer vorzugsweise nur die Originalausgaben angeführt, da es hier auf große Genauigkeit numerischer Verhältnisse ankam und ich in Beziehung auf die Sorgfalt der Uebersetzer von großem Mißtrauen erfüllt bin. Wo ich in seltenen Fällen kurze Sätze aus den Schriften meiner Freunde entlehnt habe, ist die Entlehnung durch den Druck selbst zu erkennen. Ich ziehe nach der Art der Alten die Wiederholung derselben Worte jeder willkührlichen Substituirung uneigentlicher oder umschreibender Ausdrücke vor. Von der in einem friedlichen Werke so gefahrvoll zu behandelnden Geschichte der ersten Entdeckungen wie von vielbestrittenen Prioritätsrechten ist in den Anmerkungen selten die Rede. Wenn ich bisweilen des classischen Alterthums und der glücklichen Uebergangs-Periode des durch große geographische Entdeckungen wichtig gewordenen funfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts erwähnt habe, so ist es nur geschehen, weil in dem Bereich allgemeiner Ansichten der Natur es dem Menschen ein Bedürfniß ist, sich von Zeit zu Zeit dem Kreise streng dogmatisirender moderner Meinungen zu entziehen und sich in das freie, phantasiereiche Gebiet älterer Ahndungen zu versenken.

Man hat es oft eine nicht erfreuliche Betrachtung genannt, daß, indem rein literarische Geistesproducte gewurzelt sind in den Tiefen der Gefühle und der schöpferischen Einbildungskraft, alles, was mit der Empirie, mit Ergründung von Naturerscheinungen und physischer Gesetze zusammenhängt, in wenigen Jahrzehenden, bei zunehmender Schärfe der Instrumente und allmäliger Erweitrung des Horizonts der Beobachtung, eine andere Gestaltung annimmt; ja, daß, wie man sich auszudrücken pflegt, veraltete, naturwissenschaftliche Schriften als unlesbar der Vergessenheit übergeben sind. Wer von einer ächten Liebe zum Naturstudium und von der erhabenen Würde desselben beseelt ist, kann durch nichts entmuthigt werden, was an eine künftige Vervollkommnung des menschlichen Wissens erinnert. Viele und wichtige Theile dieses Wissens, in den Erscheinungen der Himmelsräume wie in den tellurischen Verhältnissen, haben bereits eine feste, schwer zu erschütternde Grundlage erlangt. In anderen Theilen werden allgemeine Gesetze an die Stelle der particulären treten, neue Kräfte ergründet, für einfach gehaltene Stoffe vermehrt oder zergliedert werden. Ein Versuch, die Natur lebendig und in ihrer erhabenen Größe zu schildern, in dem wellenartig wiederkehrenden Wechsel physischer Veränderlichkeit das Beharrliche aufzuspüren, wird daher auch in späteren Zeiten nicht ganz unbeachtet bleiben.

Potsdam, im November 1844.

Erstes Buch.

Einleitende Betrachtungen

über

die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses

und eine

wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze.

(Vorgetragen am Tage der Eröffnung der Vorlesungen in der großen Halle der Sing-Akademie zu Berlin. — Mehrere Einschaltungen gehören einer späteren Zeit an.)

Wenn ich es unternehme, nach langer Abwesenheit aus dem deutschen Vaterlande, in freien Unterhaltungen über die Natur die allgemeinen physischen Erscheinungen auf unserem Erdkörper und das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall zu entwickeln, so finde ich mich mit einer zwiefachen Besorgniß erfüllt. Einestheils ist der Gegenstand, den ich zu behandeln habe, so unermeßlich und die mir vorgeschriebene Zeit so beschränkt, daß ich fürchten muß, in eine encyclopädische Oberflächlichkeit zu verfallen, oder, nach Allgemeinheit strebend, durch aphoristische Kürze zu ermüden. Anderentheils hat eine vielbewegte Lebensweise mich wenig an öffentliche Vorträge gewöhnt; und in der Befangenheit meines Gemüths wird es mir nicht immer gelingen, mich mit der Bestimmtheit und Klarheit auszudrücken, welche die Größe und die Mannigfaltigkeit des Gegenstandes erheischen. Die Natur aber ist das Reich der Freiheit; und um lebendig die Anschauungen und Gefühle zu schildern, welche ein reiner Naturſinn gewährt, sollte auch die Rede stets sich mit der Würde und Freiheit bewegen, welche nur hohe Meisterschaft ihr zu geben vermag.

Wer die Resultate der Naturforschung nicht in ihrem Verhältniß zu einzelnen Stufen der Bildung oder zu den individuellen Bedürfnissen des geselligen Lebens, sondern in ihrer großen Beziehung auf die gesammte Menschheit betrachtet, dem bietet sich, als die erfreulichste Frucht dieser Forschung, der Gewinn dar, durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu sehen. Eine solche Veredlung ist aber das Werk der Beobachtung, der Intelligenz und der Zeit, in welcher alle Richtungen der Geisteskräfte sich reflectiren. Wie seit Jahrtausenden das Menschengeschlecht dahin gearbeitet hat, in dem ewig wiederkehrenden Wechsel der Weltgestaltungen das Beharrliche des Gesetzes aufzufinden und so allmählig durch die Macht der Intelligenz den weiten Erdkreis zu erobern, lehrt die Geschichte den, welcher den uralten Stamm unseres Wissens durch die tiefen Schichten der Vorzeit bis zu seinen Wurzeln zu verfolgen weiß. Diese Vorzeit befragen, heißt dem geheimnißvollen Gange der Ideen nachspüren, auf welchem dasselbe Bild, das früh dem inneren Sinne als ein harmonisch geordnetes Ganze, Kosmos, vorschwebte, sich zuletzt wie das Ergebniß langer, mühevoll gesammelter Erfahrungen darstellt.

In diesen beiden Epochen der Weltansicht, dem ersten Erwachen des Bewußtseins der Völker und dem endlichen, gleichzeitigen Anbau aller Zweige der Cultur, spiegeln sich zwei Acten des Genusses ab. Den einen erregt, in dem offenen kindlichen Sinne des Menschen, der Eintritt in die freie Natur und das dunkle Gefühl des Einklangs, welcher in dem ewi-

gen Wechsel ihres stillen Treibens herrscht. Der andere Genuß gehört der vollendeteren Bildung des Geschlechts und dem Reflex dieser Bildung auf das Individuum an: er entspringt aus der Einsicht in die Ordnung des Weltalls und in das Zusammenwirken der physischen Kräfte. So wie der Mensch sich nun Organe schafft, um die Natur zu befragen und den engen Raum seines flüchtigen Daseins zu überschreiten, wie er nicht mehr bloß beobachtet, sondern Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen hervorzurufen weiß, wie endlich die Philosophie der Natur, ihrem alten, dichterischen Gewande entzogen, den ernsten Charakter einer denkenden Betrachtung des Beobachteten annimmt; treten klare Erkenntniß und Begrenzung an die Stelle dumpfer Ahndungen und unvollständiger Inductionen. Die dogmatischen Ansichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurtheilen des Volks und in gewissen Disciplinen, die in dem Bewußtsein ihrer Schwäche sich gern in Dunkelheit hüllen. Sie erhalten sich auch als ein lästiges Erbtheil in den Sprachen, die sich durch symbolisirende Kunstwörter und geistlose Formen verunstalten. Nur eine kleine Zahl sinniger Bilder der Phantasie, welche, wie vom Dufte der Urzeit umflossen, auf uns gekommen sind, gewinnen bestimmtere Umrisse und eine erneuerte Gestalt.

Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganze. Das wichtigste Resultat des sinnigen physischen Forschens ist daher dieses: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen, von dem Individuellen alles zu umfassen, was die Entdeckungen der letzteren Zeitalter uns darbieten, die Einzelheiten prüfend zu sondern und doch nicht ihrer Masse zu unterliegen, der erhabenen Bestimmung des Menschen eingedenk, den Geist der Natur zu ergreifen, welcher unter der Decke der Erscheinungen verhüllt liegt. Auf diesem Wege reicht unser Bestreben über die enge Grenze der Sinnenwelt hinaus, und es kann uns gelingen, die Natur begreifend, den rohen Stoff empirischer Anschauung gleichsam durch Ideen zu beherrschen.

Wenn wir zuvörderst über die verschiedenen Stufen des Genusses nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt, so finden wir, daß die erste unabhängig von der Einsicht in das Wirken der Kräfte, ja fast unabhängig von dem eigenthümlichen Charakter der Gegend ist, die uns umgiebt. Wo in der Ebene, einförmig, gesellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloser Ferne das Auge ruht, wo des Meeres Wellen das Ufer sanft bespülen und durch Ulven und grünenden Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres „Bestehens nach inneren ewigen Gesetzen". In solchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; sie sind erheiternd und lindernd, stärken und erfrischen den ermüdeten Geist, besänftigen oft das Gemüth, wenn es schmerzlich in seinen Tiefen erschüttert oder vom wilden Drange der Leidenschaften bewegt ist. Was ihnen ernstes und feierliches beiwohnt, entspringt aus dem fast bewußtlosen Gefühle höherer Ordnung und innerer Gesetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Besondersten des Organismus das Allgemeine sich spiegelt; aus dem Contraste zwischen dem sittlich Unendlichen und der eigenen Beschränktheit, der wir zu entfliehen streben. In jedem Erdstriche, überall, wo die wechselnden Gestalten des Thier- und Pflanzenlebens sich darbieten, auf jeder Stufe intellectueller Bildung sind dem Menschen diese Wohlthaten gewährt.

Ein anderer Naturgenuß, ebenfalls nur das Gefühl ansprechend, ist der, welchen wir nicht dem bloßen Eintritt in das Freie (wie wir tief bedeutsam in unserer Sprache sagen), sondern dem individuellen Charakter einer Gegend, gleichsam der physiognomischen Gestaltung der Oberfläche unseres Planeten verdanken. Eindrücke solcher Art sind lebendiger, bestimmter und deshalb für besondere Gemüthszustände geeignet. Bald ergreift uns die Größe der Naturmassen im wilden Kampfe der entzweiten Elemente oder, ein Bild des Unbeweglich-Starren, die Oede der unermeßlichen Grasfluren und Steppen, wie in dem gestaltlosen Flachlande der neuen Welt und des nördlichen Asiens; bald fesselt

uns, freundlicheren Bildern hingegeben, der Anblick der bebauten Flur, die erste Ansiedelung des Menschen, von schroffen Felsschichten umringt, am Rande des schäumenden Gießbachs. Denn es ist nicht sowohl die Stärke der Anregung, welche die Stufen des individuellen Naturgenusses bezeichnet, als der bestimmte Kreis von Ideen und Gefühlen, die sie erzeugen und welchen sie Dauer verleihen.

Darf ich mich hier der eigenen Erinnerung großer Naturscenen überlassen, so gedenke ich des Oceans, wenn in der Milde tropischer Nächte das Himmelsgewölbe sein planetarisches, nicht funkelndes Sternenlicht über die sanftwogende Wellenfläche ergießt; oder der Waldthäler der Cordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenstämme das düstere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „ein Wald über dem Walde"*); oder des Pics von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenschichten den Aschenkegel von der unteren Erdfläche trennen, und plötzlich durch eine Oeffnung, die der aufsteigende Luftstrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters sich auf die weinbekränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küste hinabsenkt. In diesen Scenen ist es nicht mehr das stille, schaffende Leben der Natur, ihr ruhiges Treiben und Wirken, die uns ansprechen; es ist der individuelle Charakter der Landschaft, ein Zusammenfließen der Umrisse von Wolken, Meer und Küsten im Morgenduste der Inseln; es ist die Schönheit der Pflanzenformen und ihrer Gruppirung. Denn das Ungemessene, ja selbst das Schreckliche in der Natur, alles, was unsere Fassungskraft übersteigt, wird in einer romantischen Gegend zur Quelle des Genusses. Die Phantasie übt dann das freie Spiel ihrer Schöpfungen an dem, was an den Sinnen nicht vollständig erreicht werden kann; ihr Wirken nimmt eine andere Richtung bei jedem Wechsel in der Gemüthsstimmung des Beobachters. Getäuscht glauben wir von der Außenwelt zu empfangen, was wir selbst in diese gelegt haben.

Wenn nach langer Seefahrt, fern von der Heimath, wir zum ersten Male ein Tropenland betreten, erfreut uns, an schroffen Felswänden, der Anblick derselben Gebirgsarten (des Thonschiefers oder des basaltartigen Mandelsteins), die wir auf europäischem Boden verließen und deren Allverbreitung zu beweisen scheint, es habe die alte Erdrinde sich unabhängig von dem äußeren Einfluß der jetzigen Klimate gebildet; aber diese wohlbekannte Erdrinde ist mit den Gestalten einer fremdartigen Flora geschmückt. Da offenbart sich uns, den Bewohnern der nordischen Zone, von ungewohnten Pflanzenformen, von der überwältigenden Größe des tropischen Organismus und einer exotischen Natur umgeben, die wunderbar aneignende Kraft des menschlichen Gemüthes. Wir fühlen uns so mit allem Organischen verwandt, daß, wenn es anfangs auch scheint, als müsse die heimische Landschaft, wie ein heimischer Volksdialekt, uns zutraulicher, und durch den Reiz einer eigenthümlichen Natürlichkeit uns inniger anregen, als jene fremde üppige Pflanzenfülle, wir uns doch bald in dem Palmen-Klima der heißen Zone eingebürgert glauben. Durch den geheimnißvollen Zusammenhang aller organischen Gestaltung (und unbewußt liegt in uns das Gefühl der Nothwendigkeit dieses Zusammenhangs) erscheinen unserer Phantasie jene exotischen Formen wie erhöht und veredelt aus denen, die unsere Kindheit umgaben. So leiten dunkle Gefühle und die Verkettung sinnlicher Anschauungen, wie später die Thätigkeit der combinirenden Vernunft, zu der Erkenntniß, welche alle Bildungsstufen der Menschheit durchdringt, daß ein gemeinsames, gesetzliches und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umschlinge.

Es ist ein gewagtes Unternehmen, den Zauber der Sinnenwelt einer Zergliederung seiner Elemente zu unterwerfen. Denn der großartige Charakter einer Gegend ist vorzüglich dadurch bestimmt, daß die eindrucksreichsten Naturerscheinungen gleichzeitig vor die Seele treten, daß eine Fülle von Ideen und Gefühlen gleichzeitig erregt werde. Die Kraft einer solchen über das Gemüth errungenen Herrschaft ist recht eigentlich an die

*) Dieser Ausdruck ist einer schönen Waldbeschreibung in Bernardin's de St. Pierre Paul et Virginie entlehnt.

Einheit des Empfundenen, des Nicht-Entfalteten geknüpft. Will man aber aus der objectiven Verſchiedenheit der Erſcheinungen die Stärke des Totalgefühls erklären, ſo muß man ſondernd in das Reich beſtimmter Naturgeſtalten und wirkender Kräfte hinabſteigen. Den mannigfaltigſten und reichſten Stoff für dieſe Art der Betrachtungen gewährt die landſchaftliche Natur im ſüdlichen Aſien oder im Neuen Continent, da wo hohe Gebirgsmaſſen den Boden des Luftmeers bilden und wo dieſelben vulkaniſchen Mächte, welche einſt die lange Andesmauer aus tiefen Erdſpalten emporgehoben, jetzt noch ihr Werk zum Schrecken der Anwohner oft erſchüttern.

Naturgemälde, nach leitenden Ideen an einander gereihet, ſind nicht allein dazu beſtimmt unſeren Geiſt angenehm zu beſchäftigen; ihre Reihenfolge kann auch die Graduation der Natureindrücke bezeichnen, deren allmählig geſteigerten Intenſität wir aus der einförmigen Leere pflanzenloſer Ebenen bis zu der üppigen Blüthenfülle der heißen Zone gefolgt ſind. Wenn man als ein Bild der Phantaſie den Pilatus auf das Schreckhorn*), oder unſere Sudetiſche Schneekoppe auf den Montblanc aufthürmt, ſo hat man noch nicht eine der größten Höhen der Andeskette, den Chimborazo, die doppelte Höhe des Aetna erreicht; wenn man auf den Chimborazo den Rigi oder den Athos thürmt, ſo ſchaffen wir uns ein Bild von dem höchſten Gipfel des Himalaya-Gebirges, dem Dhawalagiri. Obgleich das indiſche Gebirge in der Größe ſeiner coloſſalen, jetzt durch wiederholte Meſſung wohl beſtimmten Maſſen die Andeskette weit übertrifft, ſo gewährt ihr Anblick doch nicht die Mannigfaltigkeit der Erſcheinungen, welche die Cordilleren von Süd-Amerika charakteriſiren. Höhe allein beſtimmt nicht den Eindruck der Natur. Die Himalaya-Kette liegt ſchon weit außerhalb der Grenze tropiſcher Klimate. Kaum verirrt ſich eine Palme†)

---

*) Dieſe Vergleichungen ſind nur Annäherungen. Die genaueren Elemente (Höhen über der Meeresfläche) folgen hier: Schnee- oder Rieſenkoppe in Schleſien 824 Toiſen nach Hallaſchka; Rigi 923 T., wenn man die Oberfläche des Vierwaldſtädter Sees (Eſchmann, Ergebniſſe der trigonometriſchen Vermeſſungen in der Schweiz, 1840, S. 230) zu 223 T. annimmt; Athos nach Cap. Gauttier 1060 T.; Pilatus 1180 T.; Aetna 1700,4 T. oder 10874 engl. Fuß nach Cap. Smyth; zufolge einer Barometer-Meſſung von Sir John F. W. Herſchel, die er mir 1825 ſchriftlich mitgetheilt, 10876 engl. Fuß oder 1700,7 T.; nach Höhenwinkeln, die Cacciatore in Palermo gemeſſen, und die terreſtriſche Strahlenbrechung zu 0,076 angenommen, 10898 engl. Fuß oder 1704 T.); Schreckhorn 2093 T.; Jungfrau 2145 T. nach Tralles; Montblanc nach den von Roger discutirten Reſultaten 2467 T. (Bibl. Univ., Mai 1828, p. 24—53), nach Carlini, vom Berg Colombier aus 1821 beſtimmt, 2460 T., durch öſtreichiſche Ingenieurs vom Trelod und Glacier d'Ambin aus 2463 T. (die wirkliche Höhe der Schweizer Schneeberge ſchwankt, wegen der veränderlichen Dicke der Schneedecke, nach Herrn Eſchmann um 3½ T.); Chimborazo nach meiner trigonometriſchen Meſſung 3550 T. (Humboldt, Rec. d' Obs. astr. T. I. p. LXXIII); Dhawalagiri 4390 T. Alle dieſe Berghöhen ſind in Toiſen, zu 6 Pariſer Fuß, angegeben. Da zwiſchen den Beſtimmungen von Blake und Webb 70 T. Unterſchied ſind, ſo iſt hier zu bemerken, daß die Höhenbeſtimmung des Dhawalagiri (oder weißen Berges, nach den Sanskrit-Wörtern dhawala, weiß, und giri, Berg) nicht auf dieſelbe Genauigkeit Anſpruch machen kann, als die Höhenbeſtimmung des Jawahir (4027 T. = 24160 par. Fuß = 25749 engl. Fuß = 7848 Meter), die ſich auf eine vollſtändige trigonometriſche Meſſung gründet (ſ. Herbert und Hodgſon in Asiat. Res. Vol. XIV. p. 189 und Suppl. to Encycl. Brit. Vol. IV. p. 643). Ich habe an einem anderen Orte gezeigt (Ann. des sciences nat. mars 1825), wie die Meſſung des Dhawalagiri (4391 T. = 26345 par. Fuß = 28077 engl. Fuß = 8558 Meter) von mehreren nicht ganz ſicher ergründeten Elementen (aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen und Azimuthen) zugleich abhängt (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 282). Noch unbegründeter iſt die Vermuthung, daß in der Tartaric Chain (im Norden von Tübet, gegen die Gebirgskette Kuenlün hin) einige Schneegipfel die Höhe von 30000 engl. Fußen (4691 T., faſt die doppelte Höhe des Montblanc) oder wenigſtens 29000 engl. Fuß (4535 T.) erreichen ſollten (Capt. Alexander Gerard's and John Gerard's Journey to Boorendo Pass 1840, Vol. I. p. 143 und 311). Der Chimborazo iſt im Texte nur „einer der höchſten Gipfel der Andeskette" genannt, da im Jahr 1827 der kenntnißreiche und talentvolle Reiſende, Herr Pentland, auf ſeiner denkwürdigen Expedition nach dem Oberen Peru (Bolivia) zwei Berge öſtlich vom See von Titicaca, den Sorata (3948 T. = 23688 par. Fuß = 7696 Meter) und Illimani (3753 T. = 22518 par. Fuß = 7315 Meter), gemeſſen hat, welche die Höhe des Chimborazo (3350 T. = 20100 par. Fuß = 6530 Meter) weit überſteigen und der Höhe des Jawahir (4027 T.), des größten aller im Himalaya bisher genau gemeſſenen Berge ziemlich nahe kommen. Der Montblanc (2467 T. = 14802 par. Fuß = 4808 Meter) iſt demnach 883 T. niedriger als der Chimborazo, der Chimborazo 598 T. niedriger als der Sorata, der Sorata 79 T. niedriger als der Jawahir, aber wahrſcheinlich 443 T. niedriger als der Dhawalagiri. In dieſer Note ſind die Berghöhen ſchon deshalb genauer und theilweiſe in verſchiedenartigen Maaßen angegeben worden, weil durch falſche Reductionen dieſer Maaße ſich in vielen neueren Karten und Profilen ganz irrige numeriſche Reſultate verzeichnet finden. Nach einer neueren Meſſung (1838) des Illimani durch Pentland hat der Berg 7275 Meter (3732 T.), ein Unterſchied von kaum 21 T. im Vergleich der Meſſung von 1827.

†) Der Mangel von Palmen und baumartigen Farn in den temperirten Vorgebirgen des Himalaya zeigt ſich in Don's Flora Nepalensis (1825), wie in dem lithographirten, ſo merkwürdigen Catalogus von Wallich's Flora Indica, einem Verzeichniß, welches die ungeheure

bis in die schönen Thäler der Vorgebirge von Nepaul und Kumaon. Unter dem 28sten und 34sten Grade der Breite, am Abhange des alten Paropamisus, entfaltet die vegetabilische Natur nicht mehr die Fülle baumartiger Farnkräuter und Gräser, großblüthiger Orchideen und Bananen-Gewächse, welche unter den Wendekreisen bis zu den Hochebenen hinaufsteigen. Unter dem Schatten der cederartigen Deodwara-Fichte und großblättriger Eichen bedecken das granatartige Gestein europäische und nordasiatische Pflanzenformen. Es sind nicht dieselben Arten, aber ähnliche Gebilde: Wachholder, Alpen-Birken, Gentianen, Parnassien und stachliche Ribes-Arten.*) Dem Himalaya fehlen die wechselnden Erscheinungen thätiger Vulkane, welche in der indischen Inselwelt drohend an das innere Leben der Erde mahnen. Auch fängt, wenigstens an seinem südlichen Abhange, wo die feuchtere Luft Hindustans ihren Wassergehalt absetzt, der ewige Schnee meist schon in der Höhe von eilf- bis zwölftausend Fuß an, und setzt so der Entwicklung des organischen Lebens eine frühere Grenze als in den Aequinoctial-Gegenden von Südamerika, wo der Organismus fast zweitausend sechshundert Fuß höher verbreitet ist.†)

Zahl von 7683, freilich noch nicht hinlänglich untersuchten und gesonderten, aber fast allein phanerogamischen Himalaya-Species enthält. Von Nepaul (Br. 26°¼—27°½) kennen wir bisher nur eine Palmenart, Chamaerops Martiana Wall. Plantae Asiat. T. III. p. 5. t. 211), auf einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere, in dem schattigen Thale Buniya. Der prachtvolle, baumartige Farn Alsophila Brunoniana Wall., von dem das Britische Museum einen 45 Fuß langen Stamm seit 1831 besitzt, ist nicht aus Nepaul, sondern aus den Bergen von Silhet, nordöstlich von Calcutta, in Br. 24° 50'. Der Nepaulsche Farn Paranema cyathoides Don, einst Sphaeropteris barbata Wall. (Pl. Asiat. T. I. p. 42. t. 48), ist zwar der Cyathea, von der ich in den südamerikanischen Missionen von Caripe eine 30 Fuß hohe Species gesehen habe, nahe verwandt, aber kein eigentlicher Baum.

*) Ribes nubicola, R. glaciale, R. grossularia. Den Charakter der Himalaya-Vegetation bezeichnen acht Pinus-Arten, trotz eines Ausspruchs der Alten über „das östliche Asien" (Strabo lib. XI. p. 510 Cas.), 25 Eichen, 4 Birken, 2 Aesculus, (der hundert Fuß hohe wilde Kastanienbaum von Kaschmir wird bis 33° nördl. Breite von einem großen weißen Affen, mit schwarzem Gesichte, bewohnt. Carl von Hügel, Kaschmir 1840, Th. II. S. 249), 7 Ahorn, 12 Weiden, 14 Rosen, 3 Erdbeer-Arten, 7 Alpenrosen (Rhododendra), deren eine 20 Fuß hoch, und viele andere nordische Gestalten. Unter den Coniferen ist Pinus Deodwara oder Deodara (eigentlich im Sanskrit dêwa-dâru, Götter-Bauholz) dem Pinus cedrus nahe verwandt. Nahe am ewigen Schnee prangen mit großen Blüthen Gentiana venusta, G. Moorcroftiana, Swertia purpurascens, S. speciosa, Parnassia armata, P. nubicola, Paeonia Emodi, Tulipa stellata; ja selbst neben dem dem indischen Hochgebirge eigenthümlichen Arten europäischer Pflanzengattungen finden sich auch ächt europäische Species wie Leontodon taraxacum, Prunella vulgaris, Galium Aparine, Thlaspi arvense. Das Heidekraut, dessen schon Saunders in Turner's Reise erwähnt, und das man sogar mit Calluna vulgaris verwechselt hat, ist eine Andromeda, ein Factum, das für die Geographie der alpinischen Pflanzen von großer Wichtigkeit ist. Wenn ich mich in dieser Note des unphilosophischen Ausdrucks: europäische Formen, oder europäische Arten, wildwachsend in Asien, bediene, so geschieht es als Folge des alten, botanischen Sprachgebrauchs, welcher der Idee der räumlichen Verbreitung, oder vielmehr der Coexistenz des Organischen die geschichtliche Hypothese einer Einwanderung sehr dogmatisch unterschiebt, ja aus Vorliebe für europäische Cultur die Wanderung von Westen nach Osten voraussetzt.

†) Schneegrenze an dem südlichen Abfall der Himalaya-Kette 2030 T. (12180 Fuß) über der Meeresfläche, am nördlichen Abfall, oder vielmehr in den Gipfeln, die sich auf dem tübetanischen (tartarischen) Plateau erheben, 2600 T. (15600 Fuß) in 30°½ bis 32° Breite, wenn unter dem Aequator in der Andeskette von Quito die Schneegrenze 2470 T. (14820 Fuß) hoch liegt. Dies ist das Resultat, welches ich aus der Zusammenstellung vieler Angaben von Webb, Gerard, Herbert und Moorcroft gezogen. S. meine beiden Mémoires sur les Montagnes de l'Inde von 1816 und 1820 in den Annales de Chimie et de Physique T. III. p. 303; T. XIV. p. 6, 22, 50. Die größere Höhe, zu der sich am tübetanischen Abfall die ewige Schneegrenze zurückzieht, ist eine gleichzeitige Folge der Wärmestrahlung der nahen Hochebene, der Heiterkeit des Himmels, der Seltenheit der Schneebildung in sehr kalter und trockner Luft (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 281—326. Das Resultat der Schneehöhe auf beiden Abfällen des Himalaya, welches ich als das wahrscheinlichere angegeben, hatte für sich Colebrooke's große Autorität. „Auch ich finde", schrieb er mir im Junius 1824, „die Höhe des ewigen Schnees nach den Materialien, die ich besitze, an dem südlichen Abfall unter dem Parallelkreis von 31° zu 13000 engl. Fußen (2033 T.). Webb's Messungen würden mir 13500 engl. Fuß (2111 T.), also 500 Fuß mehr als Capitän Hodgson's Beobachtungen, geben. Gerard's Messungen bestätigen vollkommen Ihre Angabe, daß die Schneelinie nördlich höher als südlich liegt." Erst in diesem Jahre (1840) haben wir endlich durch Herrn Lloyd den Abdruck des gesammelten Tagebuches beider Brüder Gerard erhalten (Narrative of a Journey from Caunpoor to the Boorendo Pass in the Himalaya by Capt. Alexander Gerard and John Gerard, edited by George Lloyd. Vol. I. p. 291, 311, 320, 327 und 341). Vieles über einzelne Localitäten ist zusammengedrängt in Visit to the Shatool, for the purpose of determining the line of perpetual snow on the southern face of the Himalaya, in Aug. 1822; aber leider verwechseln die Reisenden immer die Höhe, in der sporadisch Schnee fällt, mit dem Maximum der Höhe, auf welcher die Schneelinie über der tübetanischen Hochebene sich erhebt. Capt. Gerard unterscheidet die Gipfel in der Mitte der Hochebene, deren ewige Schneegrenze er zu 18000 bis 19000 engl. F. (2815 bis 2971 T.) bestimmt, und die nördlichen Abfälle der Himalaya-Kette, welche den Durchbruch des Sutledge begrenzen, und wo die Hochebene tief durchfurcht ist und also wenig Wärme strahlen kann. Das Dorf Tangno wird nur zu 9300 engl. Fuß oder 1454 T. angegeben, während das Plateau um den heiligen See Manasa 17000 engl. F. oder 2658 T. hoch liegen soll. Bei dem Durchbruch der Kette findet Cap. Gerard den Schnee an dem nördlichen Abfall sogar um 500 engl. F. (78 T.

Die dem Aequator nahe Gebirgsgegend hat einen anderen nicht genugſam beachteten Vorzug; es iſt der Theil der Oberfläche unſres Planeten, wo im engſten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht. In der tief gefurchten Andeskette von Neu-Granada und Quito iſt es dem Menſchen gegeben, alle Geſtalten der Pflanzen und alle Geſtirne des Himmels gleichzeitig zu ſchauen. Ein Blick umfaßt Heliconien, hochgefiederte Palmen, Bambuſen, und über dieſen Formen der Tropenwelt: Eichenwälder, Mespilus-Arten und Dolden-Gewächſe, wie in unſrer deutſchen Heimath; ein Blick umfaßt das ſüdliche Kreuz, die Magelhaniſchen Wolken und die leitenden Sterne des Bären, die um den Nordpol kreiſen. Dort öffnen der Erde Schooß und beide Hemiſphären des Himmels den ganzen Reichthum ihrer Erſcheinungen und verſchiedenartigen Gebilde; dort ſind die Klimate, wie die durch ſie beſtimmten Pflanzen-Zonen ſchichtenweiſe über einander gelagert; dort die Geſetze abnehmender Wärme, dem aufmerkſamen Beobachter verſtändlich, mit ewigen Zügen in die Felſenwände der Andeskette, am Abhange des Gebirges, eingegraben. Um dieſe Verſammlung nicht mit Ideen zu ermüden, die ich verſucht habe*) in einem eigenen Werke über die Geographie der Pflanzen bildlich

---

niedriger, als am ſüdlichen, gegen Indien gekehrten Abfall. An letzterem wird die Schneegrenze von ihm zu 15000 engl. Fuß (2346 T.) geſchätzt. Die Vegetations-Verhältniſſe bieten die auffallendſten Unterſchiede zwiſchen der tübetaniſchen Hochebene und dem ſüdlichen indiſchen Abhange der Himalaya-Kette dar. In letzterem ſteigt die Feldernte, bei der der Halm aber oft noch grün abgemäht wird, nur zu 1560 T., die obere Waldgrenze mit noch hohen Eichen und Dewadaru-Tannen zu 1870 T., niedere Zwergbirken zu 2030 T. Auf der Hochebene ſah Capt. Gerard Weideplätze bis 2660 T.; Cerealien gedeihen bis 2200, ja bis 2900 T., Birken in hohen Stämmen bis 2200 T., kleines Buſchwerk, als Brennholz dienend, bis 2660 T., d. i. 200 T. höher als die ewige Schneegrenze unter dem Aequator in Quito. Es iſt überaus wünſchenswerth, daß von Neuem, und zwar von Reiſenden, die an allgemeine Anſichten gewöhnt ſind, ſowohl die mittlere Höhe des tübetaniſchen Tafellandes, die ich zwiſchen dem Himalaya und Kuen-lün nur zu 1800 T. annehme, wie auch das Verhältniß der Schneehöhen an dem nördlichen und ſüdlichen Abfalle erforſcht werde. Man hat bisher oft Schätzungen mit wirklichen Meſſungen, die Höhen einzelner über dem Tafellande hervor ragender Gipfel mit der umgebenden Ebene verwechſelt (vgl. Carl Zimmermann's ſcharfſinnige hypſometriſche Bemerkungen in ſeiner Geographiſchen Analyſe der Karte von Inner-Aſien 1841, S. 98). Lord macht auf einen Gegenſatz aufmerkſam zwiſchen den Höhen des ewigen Schnees an den beiden Abfällen des Himalaya und der Alpenkette Hindukuſch. „Bei der letzteren Kette", ſagt er, „liegt das Tafelland in Süden, und deshalb iſt die Schneehöhe am ſüdlichen Abhange größer; umgekehrt als am Himalaya, der von warmen Ebenen in Süden, wie der Hindukuſch in Norden, begrenzt iſt. So viel auch noch im Einzelnen die hier behandelten hypſometriſchen Angaben kritiſcher Berichtigungen bedürfen, ſo ſteht doch die Thatſache feſt, daß die wunderbare Geſtaltung eines Theils der Erdoberfläche in Inner-Aſien dem Menſchengeſchlechte verleihet: Möglichkeit der Verbreitung, Nahrung, Brennſtoffe und Anſiedelung in einer Höhe über der Meeresfläche, die in faſt allen anderen Theilen beider Continente (doch nicht in dem dürren, ſchneearmen Bolivia, wo Pentland die Schneegrenze unter 16°—17°½ ſüdlicher Breite im Jahr 1838 in einer Mittelhöhe von 2450 T. fand) ewig mit Eis bedeckt iſt. Die mir wahrſcheinlichen Unterſchiede der nördlichen und ſüdlichen Abhänge der Himalaya-Kette in Hinſicht auf den ewigen Schnee ſind auch durch die Barometer-Meſſungen von Victor Jacquemont, welcher ſo früh ein unglückliches Opfer ſeiner edeln und raſtloſen Thätigkeit wurde, vollkommen beſtätigt worden (ſ. Voyen Correspondance pendant son Voyage dans l'Inde 1833 T. I. p. 291, und Voyage dans l'Inde pendant les années 1828 à 1832, Livr. 23, p. 290, 296, 299). „Les neiges perpétuelles", ſagt Jacquemont, „descendant plus bas sur la pente méridionale de l'Himalaya, que sur les pentes septentrionales, et leur limite s'élève constamment à mesure que l'on s'éloigne vers le nord de la chaîne qui borde l'Inde. Sur le Col de Kioubrong à 5581 mètres (2863 t.) de hauteur selon le Capitaine Gerard je me trouvai encore bien au-dessous de la limite des neiges perpétuelles que dans cette partie de l'Himalaya je croirais (wohl viel zu hoch geſchätzt!) de 6000 mètres ou 3078 t." Zu welcher Höhe, ſagt der benannte Reiſende, man ſich auf dem ſüdlichen Abfall erhebe, immer behält das Clima denſelben Character, dieſelbe Abtheilung der Jahreszeiten, wie in den indiſchen Ebenen. „Das Sommer-Solſtitium führt dort dieſelben Regengüſſe herbei, welche ohne Unterbrechung bis zum Herbſt-Aequinoctium dauern. Erſt von Kaſchmir an, das ich 5350 engl. Fuß" (837 T., alſo faſt wie die Städte Merida und Popayan) „gefunden, beginnt ein neues, ganz verſchiedenartiges Klima" (Jacquemont Corresp. T. II. p. 58 und 74). Die Mouſſons treiben, wie Leopold von Buch ſcharfſinnig bemerkt, die feuchte und warme Seeluft des indiſchen Tieflandes nicht über die Vormauer des Himalaya hinaus in das jenſeitige tübetaniſche Gebiet von Ladak und Lhaſſa. Carl von Hügel ſchätzt die Höhe des Thales von Kaſchmir über der Meeresfläche, nach dem Siedpunkt des Waſſers beſtimmt, (Th. II. S. 155 und Journal of the Geogr. Soc. T. 6. p. 215) zu 5818 engl. Fuß oder 910 T. In dieſem ganz windſtillen und faſt gewitterloſen Thale, unter 34° 7' Breite, liegt der Schnee vom December bis März mehrere Fuß hoch.

*) Siehe im Allgemeinen: mein Essai sur la Géographie des plantes et Tableau physique des Régions équinoxiales 1807, p. 80—88; über die Schwankungen der Temperatur bei Tage und bei Nacht die Pl. 9 meines Atlas géogr. et phys. du Nouveau Continent und die Tabellen meines Werkes De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium 1817 p. 90—116, den meteorologiſchen Theil meiner Asie centrale T. III. p. 212—224; endlich die neuere und weit genauere Darſtellung der mit der Höhe abnehmenden Temperatur in der Andeskette in Bouſſingault's Memoire sur la profondeur à laquelle on trouve la couche de temperature invariable sous les tropiques (Ann. de Chimie et de Physique 1833, T. LIII. p. 225—247.) Dieſe Abhandlung enthält die Beſtimmung der Höhe und der mittleren Temperatur von 128 Punkten von der Meeresfläche an bis zum Abhange des Antiſana in 2800 T. Höhe, zwiſchen 27°,5 und 1°,7 Cent. Luftwärme.

darzustellen, hebe ich hier nur einige wenige Erinnerungen aus dem „Naturgemälde der Tropengegend" hervor. Was in dem Gefühle umrißlos und duftig, wie Bergluft, verschmilzt, kann von der, nach dem Causalzusammenhang der Erscheinungen grübelnden Vernunft nur in einzelne Elemente zerlegt, als Ausdruck eines individuellen Naturcharakters, begriffen werden. Aber in dem wissenschaftlichen Kreise, wie in den heiteren Kreisen der Landschaft-Dichtung und Landschaft-Malerei, gewinnt die Darstellung um so mehr an Klarheit und objectiver Lebendigkeit, als das Einzelne bestimmt aufgefaßt und begrenzt ist.

Sind die tropischen Länder eindrucksreicher für das Gemüth durch Fülle und Ueppigkeit der Natur, so sind sie zugleich auch (und dieser Gesichtspunkt ist der wichtigste in dem Ideengange, den ich hier verfolge) vorzugsweise dazu geeignet, durch einförmige Regelmäßigkeit in den meteorologischen Processen des Luftkreises und in der periodischen Entwicklung des Organismus, durch scharfe Scheidung der Gestalten bei senkrechter Erhebung des Bodens, dem Geiste die gesetzmäßige Ordnung der Himmelsräume, wie abgespiegelt in dem Erdeleben, zu zeigen. Mögen wir einige Augenblicke bei diesem Bilde der Regelmäßigkeit, die selbst an Zahlenverhältnisse geknüpft ist, verweilen!

In den heißen Ebenen, die sich wenig über die Meeresfläche der Südsee erheben, herrscht die Fülle der Pisang-Gewächse, der Cycadeen und Palmen; ihr folgen, von hohen Thalwänden beschattet, baumartige Farnkräuter und, in üppiger Naturkraft, von kühlem Wolkennebel unaufhörlich getränkt und erfrischt, die Cinchonen, welche die lange verkannte wohlthätige Fieberrinde geben. Wo der hohe Baumwuchs aufhört, blühen, gesellig an einander gedrängt, Aralien, Thibaudien und myrtenblättrige Andromeden. Einen purpurrothen Gürtel bildet die Alpenrose der Cordilleren, die harzreiche Befaria. Dann verschwinden allmälig, in der stürmischen Region der Paramos, die höheren Gesträuche und die großblüthigen Kräuter. Rispen-tragende Monocotyledonen bedecken einförmig den Boden: eine unabsehbare Grasflur, gelb leuchtend in der Ferne; hier weiden einsam das Kameel-Schaf und die von den Europäern eingeführten Rinder. Wo die nackten Felsklippen trachytartigen Gesteins sich aus der Rasendecke emporheben, da entwickeln sich bei mangelnder Dammerde, nur noch Pflanzen niederer Organisation; die Schaar der Flechten, welche der dünne, kohlenstoffarme Luftkreis dürftig ernährt, Parmelien, Lecideen und der vielfarbige Keimstaub der Leprarien. Inseln frisch gefallenen Schnees verhüllen hier die letzten Regungen des Pflanzenlebens, bis, scharf begrenzt, die Zone des ewigen Eises beginnt. Durch die weißen, wahrscheinlich hohlen, glockenförmigen Gipfel streben, doch meist vergebens, die unterirdischen Mächte auszubrechen. Wo es ihnen gelungen ist durch runde, kesselförmige Feuerschlünde oder langgedehnte Spalten mit dem Luftkreise in bleibenden Verkehr zu treten, da stoßen sie, fast nie Laven, aber Kohlensäure, Schwefelhydrate und heiße Wasserdämpfe aus.

Ein so erhabenes Schauspiel konnte bei den Bewohnern der Tropenwelt, in dem ersten Andrange roher Naturgefühle, nur Bewunderung und dumpfes Erstaunen erregen. Der innere Zusammenhang großer, periodisch wiederkehrender Erscheinungen, die einfachen Gesetze, nach denen diese Erscheinungen sich zonenweise gruppiren, bieten sich dort allerdings dem Menschen in größerer Klarheit dar; aber bei den Ursachen, welche in vielen Theilen dieses glücklichen Erdstrichs dem localen Entstehen hoher Gesittung entgegentreten, sind die Vortheile eines leichteren Erkennens jener Gesetze (so weit geschichtliche Kunde reicht) unbenutzt geblieben. Gründliche Untersuchungen der neuesten Zeit haben es mehr als zweifelhaft gemacht, daß der eigentliche Ursitz indischer Cultur, einer der herrlichsten Blüthen des Menschengeschlechts, deren südöstlichste Verbreitung Wilhelm v. Humboldt in seinem großen Werke*) „über die Kawi-Sprache" entwickelt hat, innerhalb der Wendekreise ge-

*) Ueber die Kawi-Sprache auf der Insel Java, nebst einer Einleitung über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues und ihren Einfluß auf die geistige Entwickelung des Menschengeschlechts von Wilhelm v. Humboldt, 1836. Bd. I. S. 5—310.

weſen ſei. Airyana Vaedjô, das alte Zendland, lag im Nordweſten des oberen Indus; und nach dem religiöſen Zwieſpalt, dem Abfall der Iranier vom brahmaniſchen Inſtitute und ihrer Trennung von den Indern hat bei dieſen die urſprünglich gemeinſchaftliche Sprache ihre eigenthümliche Geſtaltung, wie das bürgerliche Weſen ſeine Ausbildung im Magadha *) oder Madhya Deſa, zwiſchen der kleinen Windhya-Kette und dem Himalaya, erlangt.

Tiefere Einſicht in das Wirken der phyſiſchen Kräfte hat ſich (trotz der Hinderniſſe, welche, unter höheren Breiten, verwickelte örtliche Störungen in den Naturproceſſen des Dunſtkreiſes oder in der klimatiſchen Verbreitung organiſcher Gebilde dem Auffinden allgemeiner Geſetze entgegenſtellen) doch nur, wenn gleich ſpät, bei den Volksſtämmen gefunden, welche die gemäßigte Zone unſerer Hemiſphäre bewohnen. Von daher iſt dieſe Einſicht in die Tropenregion und in die ihr nahen Länder durch Völkerzüge und fremde Anſiedler gebracht worden: eine Verpflanzung wiſſenſchaftlicher Cultur, die auf das intellectuelle Leben und den induſtriellen Wohlſtand der Colonien, wie der Mutterſtaaten, gleich wohlthätig eingewirkt hat. Wir berühren hier den Punkt, wo, in dem Contact mit der Sinnenwelt, zu den Anregungen des Gemüthes ſich noch ein anderer Genuß geſellt, ein Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt: da wo in dem Kampf der ſtreitenden Elemente das Ordnungsmäßige, Geſetzliche nicht bloß geahndet, ſondern vernunftmäßig erkannt wird, wo der Menſch, wie der unſterbliche Dichter †) ſagt:

„ſucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht".

Um dieſen Naturgenuß, der aus Ideen entſpringt, bis zu ſeinem erſten Keime zu verfolgen, bedarf es nur eines flüchtigen Blicks auf die Entwickelungsgeſchichte der Philoſophie der Natur oder der alten Lehre vom Kosmos.

Ein dumpfes, ſchauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten, von dem geheimnißvollen Bande, welches das Sinnliche und Ueberſinnliche verknüpft, iſt allerdings (und meine eigenen Reiſen haben es beſtätigt) ſelbſt wilden Völkern eigen. Die Welt, die ſich dem Menſchen durch die Sinne offenbart, ſchmilzt, ihm ſelbſt faſt unbewußt zuſammen mit der Welt, welche er, inneren Anklängen folgend, als ein großes Wunderland, in ſeinem Buſen aufbaut. Dieſe aber iſt nicht der reine Abglanz von jener; denn ſo wenig auch noch das Aeußere von dem Inneren ſich loszureißen vermag, ſo wirkt doch ſchon unaufhaltſam, bei den roheſten Völkern, die ſchaffende Phantaſie und die ſymboliſirende Ahndung des Bedeutſamen in den Erſcheinungen. Was bei einzelnen mehr begabten Individuen ſich als Rudiment einer Naturphiloſophie, gleichſam als eine Vernunftanſchauung darſtellt, iſt bei ganzen Stämmen das Product inſtinctiver Empfänglichkeit. Auf dieſem Wege, in der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, liegt zugleich der erſte Antrieb zum Cultus, die Heiligung der erhaltenden, wie der zerſtörenden Naturkräfte. Wenn nun der Menſch, indem er die verſchiedenen Entwicklungsſtufen ſeiner Bildung durchläuft, minder an den Boden gefeſſelt, ſich allmälig zu geiſtiger Freiheit erhebt, genügt ihm nicht mehr ein dunkles Gefühl, die ſtille Ahndung von der Einheit aller Naturgewalten. Das zergliedernde und ordnende Denkvermögen tritt in ſeine Rechte ein; und wie die Bildung des Menſchengeſchlechts, ſo wächſt gleichmäßig mit ihr, bei dem Anblick der Lebensfülle, welche durch die ganze Schöpfung fließt, der unaufhaltſame Trieb, tiefer in den urſachlichen Zuſammenhang der Erſcheinungen einzudringen.

Schwer iſt es, einem ſolchen Triebe ſchnelle und doch ſichere Befriedigung zu gewähren.

---

*) Ueber das eigentliche Madhjadêça S. Laſſen's vortreffliche Indiſche Alterthumskunde Bd. I. S. 92. Bei den Chineſen iſt Mo-kie-thi das ſüdliche Bahar, der Theil, welcher im Süden des Ganges liegt. S. Foe-koue-ki par Dhy-Fa-Hian 1836, p. 256. Djambudwipa iſt ganz Indien, begreift aber auch bisweilen einen der vier buddhiſtiſchen Continente.

†) Die Elegie von Schiller, welche zuerſt in den Horen 1795 erſchien:

Aber im ſtillen Gemach entwirft bedeutende Zirkel
Sinnend der Weiſe, beſchleicht forſchend den ſchaffenden Geiſt,
Prüft der Stoffe Gewalt, der Magnete Haſſen und Lieben,
Folgt durch die Lüfte dem Klang, folgt durch den Aether dem Strahl,
Sucht das vertraute Geſetz in des Zufalls grauſenden Wundern,
Sucht den ruhenden Pol in der Erſcheinungen Flucht.

Aus unvollständigen Beobachtungen und noch unvollständigeren Inductionen entstehen irrige Ansichten von dem Wesen der Naturkräfte, Ansichten, die, durch bedeutsame Sprachformen gleichsam verkörpert und erstarrt, sich, wie ein Gemeingut der Phantasie, durch alle Classen einer Nation verbreiten. Neben der wissenschaftlichen Physik bildet sich dann eine andere, ein System ungeprüfter, zum Theil gänzlich mißverstandener Erfahrungs-Kenntnisse. Wenige Einzelheiten umfassend, ist diese Art der Empirik um so anmaßender, als sie keine der Thatsachen kennt, von denen sie erschüttert wird. Sie ist in sich abgeschlossen, unveränderlich in ihren Axiomen, anmaßend wie alles Beschränkte; während die wissenschaftliche Naturkunde, untersuchend und darum zweifelnd, das fest Ergründete von dem bloß Wahrscheinlichen trennt, und sich täglich durch Erweiterung und Berichtigung ihrer Ansichten vervollkommnet.

Eine solche rohe Anhäufung physischer Dogmen, welche ein Jahrhundert dem andern überliefert und aufdringt, wird aber nicht bloß schädlich, weil sie einzelne Irrthümer nährt, weil sie hartnäckig wie das Zeugniß schlecht beobachteter Thatsachen ist; nein, sie hindert auch jede großartige Betrachtung des Weltbaus. Statt den mittleren Zustand zu erforschen, um welchen, bei der scheinbaren Ungebundenheit der Natur, alle Phänomene innerhalb enger Grenzen oscilliren, erkennt sie nur die Ausnahmen von den Gesetzen; sie sucht andere Wunder in den Erscheinungen und Formen, als die der geregelten und fortschreitenden Entwickelung. Immer ist sie geneigt, die Kette der Naturbegebenheiten zerrissen zu wähnen, in der Gegenwart die Analogie mit der Vergangenheit zu verkennen, und spielend, bald in den fernen Himmelsräumen, bald im Innern des Erdkörpers, die Ursach jener erdichteten Störungen der Weltordnung aufzufinden. Sie führt ab von den Ansichten der vergleichenden Erdkunde, die, wie Carl Ritter's großes und geistreiches Werk bewiesen hat, nur dann Gründlichkeit erlangt, wenn die ganze Masse von Thatsachen, die unter verschiedenen Himmelsstrichen gesammelt worden sind, mit einem Blicke umfaßt, dem combinirenden Verstande zu Gebote steht.

Es ist ein besonderer Zweck dieser Unterhaltungen über die Natur, einen Theil der Irrthümer, die aus roher und unvollständiger Empirie entsprungen sind und vorzugsweise in den höheren Volksclassen (oft neben einer ausgezeichneten literarischen Bildung) fortleben, zu berichtigen und so den Genuß der Natur durch tiefere Einsicht in ihr inneres Wesen zu vermehren. Das Bedürfniß eines solchen veredelten Genusses wird allgemein gefühlt; denn ein eigener Charakter unseres Zeitalters spricht sich in dem Bestreben aller gebildeten Stände aus, das Leben durch einen größeren Reichthum von Ideen zu verschönern. Der ehrenvolle Antheil, welcher meinen Vorträgen in zwei Hörsälen dieser Hauptstadt geschenkt wird, zeugt für die Lebendigkeit eines solchen Bestrebens.

Ich kann daher der Besorgniß nicht Raum geben, zu welcher Beschränkung oder eine gewisse sentimentale Trübheit des Gemüths zu leiten scheinen, zu der Besorgniß, daß, bei jedem Forschen in das innere Wesen der Kräfte, die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnißvollen und Erhabenen verliere. Allerdings wirken Kräfte, im eigentlichen Sinne des Worts, nur dann magisch, wie im Dunkel einer geheimnißvollen Macht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein erkannter Naturbedingungen liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer oder einen prismatischen Doppelspath*) den Durchmesser der Planeten bestimmt, Jahre lang die Meridian-Höhe desselben Sternes mißt, zwischen dichtgedrängten Nebelflecken telescopische Cometen erkennt, fühlt (und es ist ein Glück für den sichern Erfolg dieser Arbeit) seine Phantasie nicht mehr angeregt, als der beschreibende Botaniker, so lange er die Kelcheinschnitte und die Staubfäden einer Blume zählt, und in der Structur eines Laubmooses die einfachen oder doppelten, die

*) Arago's Oculairmikrometer, eine glückliche Vervollkommnung von Rochon's micromètre prismatique ou à double réfraction, siehe Note de Mr. Mathieu dans Delambre Hist. de l'Astr. au 18me siécle 1827, p. 851.

freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Saamenkapsel untersucht; aber das Messen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des Einzelnen bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Physiker, welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch Interferenz sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt; dem Astronomen, der mittelst der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußersten Rande unsers Sonnensystems forscht, oder (wie Herschel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Blick des Botanikers, welcher die Chara-artig kreisende Bewegung der Saftkügelchen in fast allen vegetabilischen Zellen, die Einheit der Gestaltung, das ist die Verkettung der Formen in Geschlechtern und natürlichen Familien, erkennt; gewähren die Himmelsräume, wie die blüthenreiche Pflanzendecke der Erde, gewiß einen großartigern Anblick, als dem Beobachter, dessen Natursinn noch nicht durch die Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen geschärft ist. Wir können daher dem geistreichen Burke nicht beipflichten, wenn er behauptet, daß „aus der Unwissenheit von den Dingen der Natur allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe."

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Gestirne an ein krystallnes Himmelsgewölbe heftet, erweitert der Astronom die räumliche Ferne; er begrenzt unsere Weltengruppe, nur um jenseits andere und andere ungezählte Gruppen (eine aufglimmende Inselflur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabnen, in so fern es aus der einfachen Naturanschauung der Ausdehnung zu entspringen scheint, ist der feierlichen Stimmung des Gemüths verwandt, die dem Ausdruck des Unendlichen und Freien in den Sphären ideeller Subjectivität, in dem Bereich des Geistigen angehört. Auf dieser Verwandtschaft, dieser Bezüglichkeit der sinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des Unbegränzten, sei es auf dem Ocean und im Luftmeere, wo dieses eine isolirte Bergspitze umgiebt, sei es im Weltraume, in den die Nebel-auflösende Kraft großer Fernröhre unsere Einbildungskraft tief und ahnungsvoll versenkt.

Einseitige Behandlung der physikalischen Wissenschaften, endloses Anhäufen roher Materialien konnten freilich zu dem nun fast verjährten Vorurtheile beitragen, als müßte nothwendig wissenschaftliche Erkenntniß das Gefühl erkälten, die schaffende Bildkraft der Phantasie ertödten und so den Naturgenuß stören. Wer in der bewegten Zeit, in der wir leben, noch dieses Vorurtheil nährt, der verkennt, bei dem allgemeinen Fortschreiten menschlicher Bildung, die Freuden einer höheren Intelligenz, einer Geistesrichtung, welche Mannigfaltigkeit in Einheit auflöst und vorzugsweise bei dem Allgemeinen und Höheren verweilt. Um dies Höhere zu genießen, müssen in dem mühsam durchforschten Felde specieller Naturformen und Naturerscheinungen die Einzelheiten zurückgedrängt und von dem selbst, der ihre Wichtigkeit erkannt hat und den sie zu größeren Ansichten geleitet, sorgfältig verhüllt werden.

Zu den Besorgnissen über den Verlust eines freien Naturgenusses unter dem Einfluß denkender Betrachtung oder wissenschaftlicher Erkenntniß gesellen sich auch die, welche aus dem, nicht Allen erreichbaren Maaße dieser Erkenntniß oder dem Umfange derselben geschöpft werden. In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forschen an den Eingang neuer Labyrinthe. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz, das sich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch unerkanntes schließen; denn die Natur ist, wie Carus*) trefflich sagt, und wie das Wort selbst dem Römer und dem Griechen andeutete, „das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene." Der

*) Carus, von den Urtheilen des Knochen- und Schalen-Gerüstes 1828. § 6.

Kreis der organischen Typen erweitert sich, jemehr die Erdräume auf Land- und Seereisen durchsucht, die lebendigen Organismen mit den abgestorbenen verglichen, die Mikroskope vervollkommnet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im periodischen Wechsel der Lebensgebilde erneuert sich unablässig das Urgeheimniß aller Gestaltung, ich sollte sagen, das von Goethe so glücklich behandelte Problem der Metamorphose, eine Lösung, die dem Bedürfniß nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewisse Grundtypen entspricht. Mit wachsender Einsicht vermehrt sich das Gefühl von der Unermeßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feste, in der Lufthülle, welche die Feste umgiebt, in den Tiefen des Oceans, wie in den Tiefen des Himmels, dem kühnen wissenschaftlichen Eroberer*), auch nach Jahrtausenden, nicht „der Weltraum fehlen wird."

Allgemeine Ansichten des Geschaffenen (sei es der Materie, zu fernen Himmelskörpern geballt, sei es der uns nahen tellurischen Erscheinungen) sind nicht allein anziehender und erhebender, als die speciellen Studien, welche abgesonderte Theile des Naturwissens umfassen; sie empfehlen sich auch vorzugsweise denen, die wenig Muße auf Beschäftigungen dieser Art verwenden können. Die naturbeschreibenden Disciplinen sind meist nur für gewisse Lagen geeignet; sie gewähren nicht dieselbe Freude zu jeder Jahreszeit, in jedem Lande, das wir bewohnen. Der unmittelbaren Anschauung der Naturkörper, die sie erheischen, müssen wir in unserer nördlichen Zone oft lange entbehren; und ist unser Interesse auf eine bestimmte Classe von Gegenständen beschränkt, so gewähren uns selbst die trefflichsten Berichte reisender Naturforscher keinen Genuß, wenn darin gerade solche Gegenstände unberührt bleiben, auf welche unsere Studien gerichtet sind.

Wie die Weltgeschichte, wo es ihr gelingt, den wahren ursachlichen Zusammenhang der Begebenheiten darzustellen, viele Räthsel in den Schicksalen der Völker und ihrem intellectuellen, bald gehemmten, bald beschleunigten Fortschreiten löset; so würde auch eine physische Weltbeschreibung, geistreich und mit gründlicher Kenntniß des bereits Entdeckten aufgefaßt, einen Theil der Widersprüche heben, welche die streitenden Naturkräfte in ihrer zusammengesetzten Wirkung dem ersten Anschauen darbieten. Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läuternd und beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung von Gesetzen zu schlichten streben, von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe, wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauderhaften Leere weltenarmer Wüsten walten. Generelle Ansichten gewöhnen uns, jeden Organismus als Theil des Ganzen zu betrachten, in der Pflanze und im Thier minder das Individuum oder die abgeschlossene Art, als die mit der Gesammtheit der Bildungen verkettete Naturform zu erkennen: sie erweitern unsere geistige Existenz und setzen uns, auch wenn wir in ländlicher Abgeschiedenheit leben, in Berührung mit dem ganzen Erdkreise. Durch sie erhält die Kunde von dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichst fast unter allen Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetischer Ungewitter erforscht wird, einen unwiderstehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel, schnell den Zusammenhang zu errathen, in dem die Resultate neuer Beobachtungen mit den früher erkannten Erscheinungen stehen.

Wer kann, um eines Gegenstandes im Weltraume zu erwähnen, der in den letztverflossenen Jahren die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog, wer kann ohne generelle Kenntniß von dem gewöhnlichen Cometenlaufe einsehen, wie folgenreich Encke's Entdeckung sei, nach der ein Comet, welcher in seiner elliptischen Bahn nie aus unserem Planetensysteme heraustritt, die Existenz eines seine Wurfkraft hemmenden Fluidums offenbart? Bei einer sich schnell verbreitenden Halbcultur, welche wissenschaftliche Resultate in das Gebiet der geselligen Unterhaltung, aber entstellt hinüberzieht, nimmt die alte Besorgniß über ein gefahr-

*) Plut. in vita Alex. Magni, cap. 7.

drohendes Zusammentreffen von Weltkörpern oder über kosmische Ursachen in der vermeinten Verschlechterung der Klimate eine veränderte und darum noch trügerischere Gestalt an. Klare Ansicht der Natur, wenn auch nur eine historische, bewahrt vor den Anmaßungen einer dogmatisirenden Phantasie. Sie lehrt, daß der Enckische Comet, der schon in 1200 Tagen seinen Lauf vollendet, wegen der Gestalt und der Lage seiner Bahn, harmlos für die Erdbewohner, harmlos wie der große sechsundsiebenzigjährige Halleysche Comet von 1759 und 1835 ist, daß ein anderer Comet von kurzer (sechsjähriger) Umlaufszeit, der Bielasche, allerdings die Erdbahn schneidet, doch nur dann uns nahe kommen kann, wenn seine Sonnennähe in die Zeit des Wintersolstitiums fällt.

Die Quantität Wärme, welche ein Weltkörper empfängt und deren Vertheilung die großen meteorologischen Processe des Luftkreises bestimmt, wird zugleich durch die lichtentbindende Kraft der Sonne (die Beschaffenheit ihrer Oberfläche) und die relative Lage der Sonne und des Planeten modificirt; aber die periodischen Veränderungen, welche, nach den allgemeinen Gesetzen der Gravitation, die Gestalt der Erdbahn und die Schiefe der Ecliptik (die Neigung der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn) erleiden, sind so langsam und in so enge Grenzen eingeschlossen, daß die Wirkungen kaum nach mehreren tausend Jahren unseren jetzigen wärmemessenden Instrumenten erkennbar sein würden. Kosmische Ursachen der Temperaturabnahme, der Wasserverminderung und der Epidemien, deren in neueren Zeiten, wie einst im Mittelalter, Erwähnung geschieht, liegen daher ganz außerhalb des Bereichs unserer wirklichen Erfahrung.

Soll ich andere Beispiele der physischen Astronomie entlehnen, welche ohne generelle Kenntniß des bisher Beobachteten kein Interesse erregen können, so erwähne ich der elliptischen Bewegung mehrerer Tausende von ungleichfarbigen Doppelsternen um einander oder vielmehr um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt; der periodischen Seltenheit der Sonnenflecke; des seit so vielen Jahren regelmäßigen Erscheinens zahlloser Sternschnuppen, die wahrscheinlich planetenartig kreisen und in ihren Bahnen am 12ten oder 13ten November, ja, wie man später erkannt, auch gegen das Fest des Heiligen Laurentius, am 10ten oder 11ten August, unsere Erdbahn schneiden.

Auf ähnliche Weise werden nur generelle Ansichten des Kosmos den Zusammenhang ahnden lassen zwischen der durch Bessel's Scharfblick vollendeten Theorie der Pendelschwingung im luftvollen Raume und der inneren Dichtigkeit, ich könnte sagen der Erstarrungsstufe unseres Planeten; zwischen der Erzeugung körniger Gebirgsarten in bandartigen Lavaströmen, am Abhange noch jetzt thätiger Vulkane, und den endogenen granit-, porphyr- und serpentinsteinartigen Massen, welche, aus dem Innern der Erde hervorgeschoben, einst die Flötzgebirge durchbrochen und mannigfaltig (erhärtend, verkieselnd, dolomitisirend, krystallerzeugend) auf sie eingewirkt haben; zwischen der Hebung von Inseln und Kegelbergen durch elastische Kräfte und der Hebung ganzer Bergketten und Continente, ein Zusammenhang, der von dem größten Geognosten unserer Zeit, Leopold von Buch, erkannt und durch eine Reihe geistreicher Beobachtungen dargethan worden ist. Solches Emportreiben von körnigen Gebirgsmassen und Flötzschichten (wie noch neuerlichst, am Meeresufer von Chili, bei einem Erdbeben, in weiter Erstreckung) läßt die Möglichkeit einsehen, daß Petrefacte von Seemuscheln, welche ich mit Bonpland in 14,000 Fuß Höhe, auf dem Rücken der Andeskette, gesammelt, nicht durch eine allgemeine Wasserbedeckung, sondern durch vulkanische Hebungskräfte in diese Lage gekommen sind.

Vulkanismus nenne ich aber im allgemeinsten Sinne des Worts, sei es auf der Erde oder auf ihrem Trabanten, dem Monde, die Reaction, welche das Innere eines Planeten auf eine Rinde ausübt. Wer die Versuche über die mit der Tiefe zunehmende Wärme nicht kennt (Versuche, nach welchen berühmte Physiker vermuthen *), daß 5 geogr. Meilen

*) Die gewöhnlichen Angaben über den Schmelzpunkt sehr schwer schmelzbarer Substanzen sind viel zu hoch.

unter der Oberfläche eine Granit-schmelzende Glühhitze herrsche), dem müssen viele neuere Beobachtungen über die Gleichzeitigkeit vulkanischer Ausbrüche, die eine große Länderstrecke trennt, über die Grenzen der Erschütterungskreise bei Erdbeben, über die Beständigkeit der Temperatur heißer Mineralquellen, wie über die Temperaturverschiedenheit artesischer Brunnen von ungleicher Tiefe, unverständlich bleiben. Und doch wirft diese Kenntniß der inneren Erdwärme ein dämmerndes Licht auf die Urgeschichte unseres Planeten. Sie zeigt die Möglichkeit einstmaliger allverbreiteter tropischer Klimate, als Folge offener, Wärme ausströmender Klüfte in der neu erhärteten oxydirten Erdrinde. Sie erinnert an einen Zustand, in dem die Wärme des Luftkreises mehr von diesen Ausströmungen, von der Reaction des Innern gegen das Aeußere, als von der Stellung des Planeten gegen einen Centralkörper (die Sonne) bedingt ward.

Mannigfaltige Producte der Tropenwelt, in ihren Grabstätten verborgen, offenbart die kalte Zone dem forschenden Geognosten: Coniferen, aufgerichtete Stämme von Palmenholz, baumartige Farnkräuter, Goniatiten und Fische mit rhomboidalen Schmelzschuppen in dem alten Kohlengebirge *); colossale Gerippe von Crocodilen, langhalsigen Plesiosauren, Schaalen von Planuliten und Cycadeenstämme im Jura-Kalkstein; Polythalamien und Bryozoen in der Kreide, zum Theil identisch mit noch lebenden Seethieren; Agglomerate fossiler Infusionsthiere, wie sie Ehrenberg's allbelebendes Mikroskop entdeckt, in mächtigen Schichten von Polirschiefer, Halbopal und Kieselguhr; Knochen von Hyänen, Löwen und elephantenartigen Pachydermen in Höhlen zerstreut oder von dem neuesten Schuttlande bedeckt. Bei vollständiger Kenntniß anderer Naturerscheinungen bleiben diese Producte nicht ein Gegenstand der Neugierde und des Erstaunens, sie werden, was unserer Intelligenz würdiger ist, ein Quelle vielseitigen Nachdenkens.

In der Mannigfaltigkeit der Gegenstände, die ich hier geflissentlich zusammengedrängt, bietet sich von selbst die Frage dar, ob generelle Ansichten der Natur zu einer gewissen Deutlichkeit gebracht werden können ohne ein tiefes und ernstes Studium einzelner Disciplinen, sei es der beschreibenden Naturkunde oder der Physik oder der mathematischen Astronomie? Man unterscheide sorgfältig zwischen dem Lehrenden, welcher die Auswahl und die Darstellung der Resultate übernimmt, und dem, der das Dargestellte, als ein Gegebenes, nicht selbst Gesuchtes, empfängt. Für jenen ist die genaueste Kenntniß des Speciellen unbedingt nothwendig; er sollte lange das Gebiet der einzelnen Wissenschaften durchwandert sein, selbst gemessen, beobachtet und experimentirt haben, um sich mit Zuversicht an das Bild eines Naturganzen zu wagen. Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu vollständiger Klarheit zu bringen, da wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen.

Man hat vielleicht mit einigem Rechte wissenschaftlichen Werken unserer Literatur vorgeworfen, das Allgemeine nicht genugsam von dem Einzelnen, die Uebersicht des bereits Ergründeten nicht von der Herzählung der Mittel zu trennen, durch welche die Resultate erlangt worden sind. Dieser Vorwurf hat sogar den größten Dichter †) unsrer Zeit zu

---

Nach den immer so genauen Untersuchungen von Mitscherlich ist der Schmelzpunkt des Granits wohl nicht höher als 1300° Cent.

*) Das classische Werk über die Fische der Vorwelt von Ludwig Agassiz: Rech. sur les Poissons fossiles 1834. Vol. I. p. 38; Vol. II. p. 3, 28, 34. Adit. p. 6. Das ganze Geschlecht Amblypterus Ag., mit Palaeoniscus (einst Palaeothrissum) nahe verwandt, liegt unterhalb der Juraformation vergraben, im alten Steinkohlengebirge. Schuppen, die sich in einzelnen Lagen gleich den Zähnen bilden und mit Schmelz bedeckt sind, aus der Familie der Lepidoiden (Ordnung der Ganoiden), gehören nach den Placoiden zu den ältesten Gestalten vorweltlicher Fische, deren noch lebende Repräsentanten sich in zwei Geschlechtern, Bichir (Nil und Senegal) und Lepidosteus (Ohio), finden.

†) Goethe in den Aphorismen über Naturwissenschaft. (Werke, kleine Ausgabe von 1833. B. L. S. 155.)

dem humoristischen Ausruf verleitet: „die Deutschen besitzen die Gabe, die Wissenschaften unzugänglich zu machen.“ Bleibt das Gerüste stehen, so wird uns durch dasselbe der Anblick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß das physische Gesetz in der Vertheilung der Continental-Massen, welche gegen Süden hin eine pyramidale Form annehmen, indem sie sich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ein Gesetz, welches die Vertheilung der Klimate, die vorherrschende Richtung der Luftströme, das weite Vordringen tropischer Pflanzenformen in die gemäßigte südliche Zone so wesentlich bedingt), auf das klarste erkannt werden kann, ohne die geodätischen Messungen und die astronomischen Ortsbestimmungen der Küsten zu erläutern, durch welche jene Pyramidal-Formen in ihren Dimensionen bestimmt worden sind? Eben so lehrt uns die physische Weltbeschreibung, um wie viel Meilen die Aequatorial-Achse unseres Planeten größer als die Polar-Achse ist: daß die südliche Hemisphäre keine größere Abplattung als die nördliche hat; ohne daß es nöthig ist, speciell zu erzählen, wie durch Gradmessungen und Pendel-Versuche die wahre Gestalt der Erde, als eines nicht regelmäßigen, elliptischen Revolutions-Sphäroids, gefunden ist und wie diese Gestalt in der Bewegung des Mondes, eines Erd-Satelliten, sich abspiegelt.

Unsere Nachbarn jenseits des Rheins besitzen ein unsterbliches Werk, Laplace's Entwicklung des Weltsystems, in welchem die Resultate der tiefsinnigsten mathematisch-astronomischen Untersuchungen verflossener Jahrhunderte, abgesondert von den Einzelheiten der Beweise, vorgetragen werden. Der Bau des Himmels erscheint darin als die einfache Lösung eines großen Problems der Mechanik. Und wohl noch nie ist die Exposition du Système du Monde, ihrer Form wegen, der Ungründlichkeit beschuldigt worden. Die Trennung ungleichartiger Ansichten, des Allgemeinen von dem Besondern, ist nicht bloß zur Klarheit der Erkenntniß nützlich, sie giebt auch der Behandlung der Naturwissenschaft einen erhabenen und ernsten Charakter. Wie von einem höheren Standpunkte übersieht man auf einmal größere Massen. Wir ergötzen uns, geistig zu fassen, was den sinnlichen Kräften zu entgehen droht. Wenn die glückliche Ausbildung aller Zweige des Naturwissens, der sich die letzten Decennien des verflossenen Jahrhunderts erfreuten, besonders dazu geeignet ist, das Studium specieller Theile (der chemischen, physikalischen und naturbeschreibenden Disciplinen) zu erweitern, so wird durch jene Ausbildung in noch höherem Grade der Vortrag allgemeiner Resultate abgekürzt und erleichtert.

Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräfte, desto mehr erkennt man den Zusammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeglicher Anreihung zu widerstreben schienen; desto mehr werden Einfachheit und Gedrängtheit der Darstellung möglich. Es ist ein sicheres Criterium der Menge und des Werthes der Entdeckungen, die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wenn die Thatsachen noch unverkettet, fast ohne Beziehung auf einander dastehen, ja wenn mehrere derselben, und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete, sich zu widersprechen scheinen. Diese Art der Erwartungen erregt der Zustand der Meteorologie, der neueren Optik und besonders, seit Melloni's und Faraday's herrlichen Arbeiten, der Lehre von der Wärmestrahlung und vom Electro-Magnetismus. Der Kreis glänzender Entdeckungen ist hier noch nicht durchlaufen, ob sich gleich in der Voltaischen Säule schon ein bewundernswürdiger Zusammenhang der electrischen, magnetischen und chemischen Erscheinungen offenbart hat. Wer verbürgt uns, daß auch nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräfte bereits ergründet sei?

In meinen Betrachtungen über die wissenschaftliche Behandlung einer allgemeinen Weltbeschreibung ist nicht die Rede von Einheit durch Ableitung aus wenigen, von der Vernunft gegebenen Grundprincipien. Was ich physische Weltbeschreibung nenne (die vergleichende Erd- und Himmelskunde), macht daher keine Ansprüche auf den Rang einer rationellen Wissenschaft der Natur; es ist die denkende Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erscheinungen, als eines Naturganzen. In dieser Beschränktheit allein konnte dieselbe, bei *der ganz objectiven* Richtung meiner Sinnesart, in den Bereich der Bestrebungen treten,

die meine lange wissenschaftliche Laufbahn ausschließlich erfüllt haben. Ich wage mich nicht auf ein Feld, das mir fremd ist und vielleicht von Andern erfolgreicher bebaut wird. Die Einheit, welche der Vortrag einer physischen Weltbeschreibung, wie ich mir dieselbe begrenze, erreichen kann, ist nur die, welcher sich geschichtliche Darstellungen zu erfreuen haben. Einzelheiten der Wirklichkeit, sei es in der Gestaltung oder Aneinanderreihung der Naturgebilde, sei es in dem Kampfe des Menschen gegen die Naturmächte, oder der Völker gegen die Völker, alles, was dem Felde der Veränderlichkeit und realer Zufälligkeit angehört, kann nicht aus Begriffen abgeleitet (construirt) werden. Weltbeschreibung und Weltgeschichte stehen daher auf derselben Stufe der Empirie; aber eine denkende Behandlung beider, eine sinnvolle Anordnung von Naturerscheinungen und von historischen Begebenheiten durchdringen tief mit dem Glauben an eine alte innere Nothwendigkeit, die alles Treiben geistiger und materieller Kräfte, in sich ewig erneuernden, nur periodisch erweiterten oder verengten Kreisen, beherrscht. Sie führen (und diese Nothwendigkeit ist das Wesen der Natur, sie ist die Natur selbst in beiden Sphären ihres Seins, der materiellen und der geistigen) zur Klarheit und Einfachheit der Ansichten, zu Auffindung von Gesetzen, die in der Erfahrungs-Wissenschaft als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheinen.

Das Studium jeglicher neuen Wissenschaft, besonders einer solchen, welche die ungemessenen Schöpfungskreise, den ganzen Weltraum umfaßt, gleicht einer Reise in ferne Länder. Ehe man sie in Gemeinschaft unternimmt, fragt man, ob sie ausführbar sei; man mißt seine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauisch auf die Kräfte der Mitreisenden, in der vielleicht ungerechten Besorgniß, sie möchten lästige Zögerung erregen. Die Zeit, in der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Meine Zuversicht gründet sich auf den glänzenden Zustand der Naturwissenschaften selbst, deren Reichthum nicht mehr die Fülle, sondern die Verkettung des Beobachteten ist. Die allgemeinen Resultate, die jedem gebildeten Verstande Interesse einflößen, haben sich seit dem Ende des 18ten Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Thatsachen stehen minder vereinzelt da; die Klüfte zwischen den Wesen werden ausgefüllt. Was in einem engeren Gesichtskreise, in unserer Nähe, dem forschenden Geiste lange unerklärlich blieb, wird oft durch Beobachtungen aufgehellt, die auf einer Wanderung in die entlegensten Regionen angestellt worden sind. Pflanzen- und Thier-Gebilde, die lange isolirt erschienen, reihen sich durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Uebergangsformen aneinander. Eine allgemeine Verkettung, nicht in einfacher linearer Richtung, sondern in netzartig verschlungenem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verkümmerung gewisser Organe, nach vielseitigem Schwanken in der relativen Uebermacht der Theile, stellt sich allmälich dem forschenden Naturſinn dar. Schichtungs-Verhältnisse von trachytartigem Syenit-Porphyr, von Grünstein und Serpentin, die im gold- und silberreichen Ungarn, oder im Platin-Lande des Urals, oder tiefer in Asien, im südwestlichen Altai zweifelhaft blieben, werden durch geognostische Beobachtungen in den Hochebenen von Mexico und Antioquia, in den Flußthälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien, welche die allgemeine Erdkunde anwendet, sind nicht zufällig aufgehäuft. Unser Zeitalter erkennt, nach der Tendenz, die ihm seinen individuellen Charakter giebt, daß Thatsachen nur dann fruchtbringend werden, wenn der Reisende den dermaligen Zustand und die Bedürfnisse der Wissenschaft kennt, deren Gebiet er erweitern will, wenn Ideen, das heißt Einsicht in den Geist der Natur das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leiten.

Durch diese Richtung des Naturstudiums, durch diesen glücklichen, aber oft auch allzu leicht befriedigten Hang nach allgemeinen Resultaten kann ein beträchtlicher Theil des Naturwissens das Gemeingut der gebildeten Menschheit werden, ein gründliches Wissen erzeugen, nach Inhalt und Form, nach Ernst und Würde des Vortrags, ganz von dem verschieden, das man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts dem populären Wissen genügsam zu bestimmen pflegte. Wem daher seine Lage es erlaubt, sich bisweilen aus den

engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, „daß er lange fremd geblieben der Natur und stumpf über sie hingehe," der wird in der Abspiegelung des großen und freien Naturlebens einen der edelsten Genüsse finden, welche erhöhte Vernunftthätigkeit dem Menschen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt gleichsam Organe in uns, die lange geschlummert haben. Wir treten in einen innigeren Verkehr mit der Außenwelt, bleiben nicht untheilnehmend an dem, was gleichzeitig das industrielle Fortschreiten und die intellectuelle Veredlung der Menschheit bezeichnet.

Je klarer die Einsicht ist, welche wir in den Zusammenhang der Phänomene erlangen, desto leichter machen wir uns auch von dem Irrthume frei, als wären für die Cultur und den Wohlstand der Völker nicht alle Zweige des Naturwissens gleich wichtig; sei es der messende und beschreibende Theil, oder die Untersuchung chemischer Bestandtheile, oder die Ergründung allgemein verbreiteter physischer Kräfte der Materie. In der Beobachtung einer anfangs isolirt stehenden Erscheinung liegt oft der Keim einer großen Entdeckung. Als Galvani die sensible Nervenfaser durch Berührung ungleichartiger Metalle reizte, konnten seine nächsten Zeitgenossen nicht hoffen, daß die Contact-Electricität der Voltaischen Säule uns in den Alkalien silber-glänzende, auf dem Wasser schwimmende, leicht entzündliche Metalle offenbaren, daß die Säule selbst das wichtigste Instrument für die zerlegende Chemie, ein Thermoscop und ein Magnet werden würde. Als Huyghens die Lichterscheinungen des Doppelspaths zu enträthseln anfing, ahnete man nicht, daß durch den bewunderungswürdigen Scharfsinn eines Physikers unserer Zeit*) farbige Polarisations-Phänomene dahin leiten würden, mittelst des kleinsten Fragments eines Minerals zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer festen Masse, oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausströme, ob Cometen selbstleuchtend sind, oder fremdes Licht wiedergeben.

Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturstudiums ist aber vorzüglich ein Bedürfniß der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichthum und der wachsende Wohlstand der Nationen in einer sorgfältigeren Benutzung von Naturproducten und Naturkräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutigen Europa's lehrt, daß bei ungleichem Weltkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des National-Reichthums eintreten müsse; denn in dem Lebensgeschick der Staaten ist es, wie in der Natur, für die, nach dem sinnvollen Ausspruche Goethe's†) „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt und die ihren Fluch gehängt hat an das Stillestehen." Nur ernste Belebung chemischer, mathematischer und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Uebel entgegnen. Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahl-Verhältnissen, kennt. Auch hier liegt die Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit; sie sind Theile des National-Reichthums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung einer solchen Thätigkeit nicht alle Classen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem Wohlstande herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wissenschaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr mit einander stehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärts schreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und für die Theile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres Zeitalters),

---

*) Entdeckungen Arago's vom Jahre 1811. (Delambre. Hist. de l'Astr. a. a. O. p. 652.)

†) Goethe, Aphoristisches über die Natur. (Werke, B. L. S. 4.)

kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Alterthumskunde und der Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künste entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Gesetze und freier Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unterhalt und Wohlstand gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker bis auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen.“*)

We in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein innerer, nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbfleiß erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten. Vervollkommnung des Landbaus durch freie Hände und in Grundstücken von minderem Umfang, Aufblühen der Manufacturen, von einengendem Zunftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältnisse, und ungehindertes Fortschreiten in der geistigen Cultur der Menschheit, wie in den bürgerlichen Einrichtungen, stehen (das ernste Bild der neuen Weltgeschichte dringt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in gegenseitigem dauernd wirksamen Verkehr mit einander.

Ein solcher Einfluß des Naturwissens auf die Wohlfahrt der Nationen und auf den heutigen Zustand von Europa bedurfte hier nur einer flüchtigen Andeutung. Die Laufbahn, welche wir zu vollenden haben, ist so unermeßlich, daß es mir nicht geziemen würde, von dem Hauptziele unseres Bestrebens, der Ansicht des Naturganzen, abschweifend, das Feld geflissentlich zu erweitern. An ferne Wanderungen gewöhnt, habe ich ohnedieß vielleicht den Mitreisenden den Weg gebahnter und anmuthiger geschildert, als man ihn finden wird. Das ist die Sitte derer, die gern Andere auf den Gipfel der Berge führen. Sie rühmen die Aussicht, wenn auch ganze Theile der Gegend in Nebel verhüllt bleiben. Sie wissen, daß auch in dieser Verhüllung ein geheimnißvoller Zauber liegt, daß eine duftige Ferne den Eindruck des Sinnlich-Unendlichen hervorruft, ein Bild, das (wie ich schon oben erinnert habe) im Geist und in den Gefühlen sich ernst und ahnungsvoll spiegelt. Auch von dem hohen Standpunkte aus, auf den wir uns zu einer allgemeinen, durch wissenschaftliche Erfahrungen begründeten Weltanschauung erheben, kann nicht allen Anforderungen genügt werden. In dem Naturwissen, dessen gegenwärtigen Zustand ich hier entwickeln soll, liegt noch Manches unbegrenzt; vieles (wie sollte ich es, bei dem Umfange einer solchen Arbeit, nicht gern eingestehen?) wird nur darum unklar und unvollständig erscheinen, weil Befangenheit dem Redenden dann doppelt nachtheilig wird, wenn er sich des Gegenstandes in seiner Einzelnheit minder mächtig fühlt.

Der Zweck dieses einleitenden Vortrages war nicht sowohl, die Wichtigkeit des Naturwissens zu schildern, welche allgemein anerkannt ist und längst schon jedes Lobes entbehren kann; es lag mir vielmehr ob, zu entwickeln wie, ohne dem gründlichen Studium specieller Disciplinen zu schaden, den naturwissenschaftlichen Bestrebungen ein höherer Standpunkt angewiesen werden kann, von dem aus alle Gebilde und Kräfte sich als ein, durch innere Regung belebtes Naturganze offenbaren. Nicht ein todtes Aggregat ist die Natur: sie ist

*) Pseudo-Plato, Alcib. II. p. 148 ed. Steph. Plut. Instituta laconica p. 253 ed. Hutten.

„dem begeisterten Forscher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künste sich ausdrückt) die heilige, ewig schaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus sich selbst erzeugt und werkthätig hervorbringt.“ Der bisher so unbestimmt aufgefaßte Begriff einer *physischen Erdbeschreibung* geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *physischen Weltbeschreibung* über. Eine dieser Benennungen ist nach der andern gebildet. Es ist aber die Weltbeschreibung oder Lehre vom *Kosmos*, wie ich sie auffasse, nicht etwa ein encyclopädischer Inbegriff der allgemeinsten und wichtigsten Resultate, die man einzelnen naturhistorischen, physikalischen und astronomischen Schriften entlehnt. Solche Resultate werden in der *Weltbeschreibung* nur als Materialien und in so fern theilweise benutzt, als sie das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, das sich gegenseitige Hervorrufen und Beschränken der Naturgebilde erläutern. Die räumliche und klimatische Verbreitung organischer Typen (Geographie der Pflanzen und Thiere) ist so verschieden von der beschreibenden Botanik und Zoologie, als die geognostische Kenntniß des Erdkörpers verschieden ist von der Oryktognosie. Eine physische Weltbeschreibung darf daher nicht mit der sogenannten *Encyclopädie der Naturwissenschaften* (ein weitschichtiger Name für eine schlecht umgrenzte Disciplin) verwechselt werden. In der Lehre vom *Kosmos* wird das Einzelne nur in seinem Verhältniß zum Ganzen, als Theil der Welterscheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigenthümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und *Sprache* stehen aber in innigem alten Wechselverkehr mit einander. Wenn diese der Darstellung Anmuth und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angestammte Bildsamkeit und ihren organischen Bau sie das Unternehmen begünstigt, die *Totalität der Naturanschauung* scharf zu begrenzen; so ergießt sie zugleich, und fast unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle selbst. Darum ist das *Wort* mehr als Zeichen und Form, und sein geheimnißvoller Einfluß offenbart sich am mächtigsten da, wo er dem freien Volkssinn und dem eignen Boden entsprießt. Stolz auf das Vaterland, dessen intellectuelle Einheit die feste Stütze jeder Kraftäußerung ist, wenden wir froh den Blick auf diese Vorzüge der Heimath. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darstellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache schöpfen kann, die seit Jahrhunderten so mächtig auf Alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geistiger Kräfte, in dem Gebiete schöpferischer Phantasie, wie in dem der ergründenden Vernunft, die Schicksale der Menschheit bewegt.

Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung.

In den allgemeinen Betrachtungen, mit denen ich die *Prolegomenen zur Weltanschauung* eröffnet, wurde entwickelt und durch Beispiele zu erläutern gesucht, wie der Naturgenuß, verschiedenartig in seinen inneren Quellen, durch klare Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen und in die Harmonie der belebenden Kräfte erhöht werden könne. Es wird jetzt mein Bestreben sein, den Geist und die leitende Idee der nachfolgenden wissenschaftlichen Untersuchungen specieller zu erörtern, das Fremdartige sorgfältig zu scheiden, den Begriff und den Inhalt der *Lehre vom Kosmos*, wie ich dieselbe aufgefaßt und nach vieljährigen Studien unter mancherlei Zonen bearbeitet, in übersichtlicher Kürze anzugeben. Möge ich mir dabei der Hoffnung schmeicheln dürfen, daß eine solche Erörterung den unvorsichtigen Titel meines Werkes rechtfertigen und ihn von dem Vor-

wurfe der Anmaßung befreien werde. Die Prolegomenen umfassen in vier Abtheilungen nach der einleitenden Betrachtung über die Ergründung der Weltgesetze:

1) den Begriff und die Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, als einer eigenen und abgesonderten Disciplin;
2) den objectiven Inhalt, die reale, empirische Ansicht des Natur-Ganzen in der wissenschaftlichen Form eines Natur-Gemäldes;
3) den Reflex der Natur auf die Einbildungskraft und das Gefühl, als Anregungsmittel zum Naturstudium durch begeisterte Schilderungen ferner Himmelsstriche und naturbeschreibende Poesie (ein Zweig der modernen Literatur), durch veredelte Landschaft-Malerei, durch Anbau und contrastirende Gruppirung exotischer Pflanzenformen;
4) die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Natur-Ganzen.

Je höher der Gesichtspunkt gestellt ist, aus welchem in diesem Werke die Naturerscheinungen betrachtet werden, desto bestimmter muß die zu begründende Wissenschaft umgrenzt und von allen verwandten Disciplinen geschieden werden. Physische Weltbeschreibung ist Betrachtung alles Geschaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur-Dinge und Natur-Kräfte) als eines gleichzeitig bestehenden Natur-Ganzen. Sie zerfällt für den Menschen, den Bewohner der Erde, in zwei Hauptabtheilungen, den tellurischen und siderischen (uranologischen) Theil. Um die wissenschaftliche Selbstständigkeit der physischen Weltbeschreibung festzustellen und ihr Verhältniß zu anderen Gebieten, zur eigentlichen Physik oder Naturlehre, zur Naturgeschichte oder speciellen Naturbeschreibung, zur Geognosie und vergleichenden Geographie oder Erdbeschreibung zu schildern, wollen wir zunächst bei dem tellurischen (irdischen) Theile der physischen Weltbeschreibung verweilen. So wenig als die Geschichte der Philosophie in einer rohen Aneinanderreihung verschiedenartiger philosophischer Meinungen besteht, eben so wenig ist der tellurische Theil der Weltbeschreibung ein encyclopädisches Aggregat der oben genannten Naturwissenschaften. Die Grenzverwirrungen zwischen so innigst verwandten Disciplinen sind um so größer, als seit Jahrhunderten man sich gewöhnt hat, Gruppen von Erfahrungskenntnissen mit Namen zu bezeichnen, die bald zu eng, bald zu weit für das Bezeichnete sind, ja im classischen Alterthume, in den Sprachen, denen man sie entlehnte, eine ganz andere Bedeutung als die hatten, welche wir ihnen jetzt beilegen. Die Namen einzelner Naturwissenschaften, der Anthropologie, Physiologie, Naturlehre, Naturgeschichte, Geognosie und Geographie, sind entstanden und allgemein gebräuchlich geworden, bevor man zu einer klaren Einsicht über die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre möglichst strenge Begrenzung, d. i. über den Eintheilungsgrund selbst, gelangt war. In der Sprache einer der gebildetsten Nationen Europa's ist sogar, nach einer tief eingewurzelten Sitte, Physik kaum von der Arzneikunde zu trennen, während daß technische Chemie, Geologie und Astronomie, ganz empirisch behandelt, zu den philosophischen Arbeiten (transactions) einer mit Recht weltberühmten Akademie gezählt werden.

Umtausch alter, zwar unbestimmter, aber allgemein verständlicher Namen gegen neuere ist mehrfach, aber immer mit sehr geringem Erfolge, von denen versucht worden, die sich mit der Classification aller Zweige des menschlichen Wissens beschäftigt haben, von der großen Encyclopädie (Margarita philosophica) des Carthäuser-Mönchs Gregorius Reisch*)

*) Die Margarita philosophica des Priors der Karthause bei Freiburg, Gregorius Reisch, erschien zuerst unter dem Titel Aepitome omnis Philosophiae, alias Margarita philosophica tractans de omni genere scibili. So die Heidelberger Ausgabe von 1486 und die Straßburger von 1504. In der Freiburger desselben Jahres und in den zwölf folgenden Editionen, welche in der kurzen Epoche bis 1535 erschienen, blieb der erste Theil des Titels weg. Das Werk hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung mathematischer und physikalischer Kenntnisse im Anfang des 16ten Jahrhunderts ausgeübt, und Chasles, der gelehrte Verfasser

an bis Baco, von Baco bis D'Alembert und, um der neueſten Zeit zu gedenken, bis zu dem ſcharfſinnigen Geometer und Phyſiker Ampère*). Die wenig glückliche Wahl einer gräciſirenden Nomenclatur hat dem Unternehmen vielleicht mehr noch als die zu große dichotomiſche Zerſpaltung und Vervielfältigung der Gruppen geſchadet.

Die phyſiſche Weltbeſchreibung, indem ſie die Welt „als Gegenſtand des äußeren Sinnes" umfaßt, bedarf allerdings der allgemeinen Phyſik und der Naturgeſchichte als Hülfswiſſenſchaften; aber die Betrachtung der körperlichen Dinge unter der Geſtalt eines, durch innere Kräfte bewegten und belebten Naturganzen hat als abgeſonderte Wiſſenſchaft einen ganz eigenthümlichen Charakter. Die Phyſik verweilt bei den allgemeinen Eigenſchaften der Materie, ſie iſt eine Abſtraction von den Kraftäußerungen der Stoffe; und ſchon da, wo ſie zuerſt begründet wurde, in den acht Büchern der phyſiſchen Vorträge des Ariſtoteles†), ſind alle Erſcheinungen der Natur als bewegende Lebensthätigkeit einer allgemeinen Weltkraft geſchildert. Der telluriſche Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung, dem ich gern die alte ausdrucksvolle Benennung phyſiſcher Erdbeſchreibung laſſe, lehrt die Vertheilung des Magnetismus auf unſerem Planeten nach Verhältniſſen der Intenſität und der Richtung, nicht die Geſetze magnetiſcher Anziehung und Abſtoßung oder die Mittel, mächtige electro-magnetiſche Wirkungen bald vorübergehend, bald bleibend hervorzurufen. Die phyſiſche Erdbeſchreibung ſchildert in großen Zügen die Gliederung der Continente und die Vertheilung ihrer Maſſen in beiden Hemiſphären, eine Vertheilung, welche auf die Verſchiedenheit der Klimate und die wichtigſten meteorologiſchen Proceſſe des Luftkreiſes einwirkt; ſie faßt den herrſchenden Charakter der telluriſchen Gebirgszüge auf, wie ſie, in gleichlaufenden oder ſich roſtförmig durchſchneidenden Reihen erhoben, verſchiedenen Zeitepochen und Bildungs-Syſtemen angehören; ſie unterſucht die mittlere Höhe der Continente über der jetzigen Meeresfläche oder die Lage des Schwerpunktes ihres Volums, das Verhältniß der höchſten Gipfel großer Ketten zu ihrem Rücken, zur Meeresnähe oder zur mineralogiſchen Natur der Gebirgsarten; ſie lehrt, wie dieſe Gebirgsarten thätig und bewegend (durchbrechend), oder leidend und bewegt, unter mannigfaltiger Neigung ihrer Schichten, aufgerichtet und gehoben erſcheinen; ſie betrachtet die Reihung oder Iſolirtheit der Vulkane, die Beziehung ihrer gegenſeitigen Kraftäußerung, wie die Grenzen ihrer Erſchütterungskreiſe, die im Lauf der Jahrhunderte ſich erweitern oder verengen. Sie lehrt, um auch einige Beiſpiele aus dem Kampf des Flüſſigen mit dem Starren anzuführen, was allen großen Strömen gemeinſam iſt in ihrem oberen und unteren Laufe; wie Ströme einer Bifurcation (einer Unabgeſchloſſenheit des Stromgebietes) in beiden Theilen ihres Laufes fähig ſind; wie ſie bald coloſſale Bergketten rechtwinklig durchſchneiden, bald ihnen parallel laufen, ſei es längs dem nahen Abfall oder in beträchtlicher Ferne, als Folge des Einfluſſes, den ein gehobenes Bergſyſtem auf die Oberfläche ganzer Länderſtrecken, auf den ſöligen Boden der anliegenden Ebene ausgeübt hat. Nur die Hauptreſultate der vergleichenden Orographie und Hydrographie gehören in die Wiſſenſchaft, die ich hier umgrenze, nicht Verzeichniſſe von Berghöhen, von jetzt thätigen Vulkanen oder von Größen der Stromgebiete: alles dies bleibt, nach meinen Anſichten, der ſpeciellen Länderkunde und den

---

des Aperçu historique des méthodes en Géometrie (1837), hat gezeigt, wie wichtig die Reichiſche Encyclopädie für die Geſchichte der Mathematik des Mittelalters iſt. Ich habe mich bemüht, durch eine Stelle, die ſich in einer einzigen Ausgabe der Margarita philosophica (der von 1513) findet, die wichtigen Verhältniſſe des Geographen von St. Dié, Hylacomilus (Martin Waldſeemüller), der den Neuen Welttheil zuerſt (1507) America genannt hat, zu Amerigo Veſpucci, zu dem König Renatus von Jeruſalem, Herzog von Lothringen, und zu den berühmten Ausgaben des Ptolemäus von 1513 und 1522 zu entwirren. S. mein Examen critique de la Géographie du Nouveau Continent et des progrès de l'astronomie nautique aux 15. et 16. siècles T. IV. p. 99—125.

*) Ampère, Essai sur la Phil. des Sciences 1834 p. 25. Whewell, Induct. Phil. T. II. p. 277, Park, Pantology p. 87.

†) Alle Veränderungen im Zuſtande der Körperwelt werden auf Bewegung reducirt. Aristot. Phys. ausc. III, 1. und 4. p. 200 und 201. Bekker; VIII, 1, 8. und 9. p. 250, 262 und 265. De gener. et corr. II, 10. p. 336. Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 6. p. 398.

mein Werk erläuternden Noten vorbehalten. Die Aufzählung gleichartiger oder nahe verwandter Naturverhältnisse, die generelle Uebersicht der tellurischen Erscheinungen in ihrer räumlichen Vertheilung oder Beziehung zu den Erdzonen ist nicht zu verwechseln mit der Betrachtung von Einzeldingen der Natur (irdischen Stoffen, belebten Organismen, physischen Hergängen des Erdenlebens), einer Betrachtung, in der die Objecte bloß nach ihren inneren Analogien systematisch geordnet werden.

Specielle Länderbeschreibungen sind allerdings das brauchbarste Material zu einer allgemeinen physischen Geographie; aber die sorgfältigste Aneinanderreihung dieser Länderbeschreibungen würde eben so wenig das charakteristische Bild des tellurischen Naturganzen liefern, als die bloße Aneinanderreihung aller einzelnen Floren des Erdkreises eine Geographie der Pflanzen liefern würde. Es ist das Werk des combinirenden Verstandes, aus den Einzelheiten der organischen Gestaltung (Morphologie, Naturbeschreibung der Pflanzen und Thiere) das Gemeinsame in der klimatischen Vertheilung herauszuheben, die numerischen Gesetze (die fixen Proportionen in der Zahl gewisser Formen oder natürlicher Familien zu der Gesammtzahl der Thiere und Pflanzen höherer Bildung) zu ergründen; anzugeben, in welcher Zone jegliche der Hauptformen ihr Maximum der Artenzahl und der organischen Entwickelung erreicht, ja wie der landschaftliche Eindruck, den die Pflanzendecke unseres Planeten in verschiedenen Abständen vom Aequator auf das Gemüth macht, großentheils von den Gesetzen der Pflanzen-Geographie abhängt.

Die systematisch geordneten Verzeichnisse aller organischen Gestaltungen, die wir ehemals mit dem allzu prunkvollen Namen von Natur-Systemen bezeichneten, bieten eine bewundernswürdige Verkettung nach inneren Beziehungen der Form-Aehnlichkeit (Structur), nach Vorstellungsweisen von allmäliger Entfaltung (Evolution) in Blatt und Kelch, in farbigen Blüthen und Früchten, dar, nicht eine Verkettung nach räumlicher Gruppirung, d. i. nach Erdstrichen, nach der Höhe über der Meeresfläche, nach Temperatur-Einflüssen, die die ganze Oberfläche des Planeten erleidet. Der höchste Zweck der physischen Erdbeschreibung ist aber, wie schon oben bemerkt worden, Erkenntniß der Einheit in der Vielheit, Erforschung des Gemeinsamen und des inneren Zusammenhanges in den tellurischen Erscheinungen. Wo der Einzelheiten erwähnt wird, geschieht es nur, um die Gesetze der organischen Gliederung mit denen der geographischen Vertheilung in Einklang zu bringen. Die Fülle der lebendigen Gestaltungen erscheint, nach diesem Gesichtspunkte geordnet, mehr nach Erdzonen, nach Verschiedenheit der Krümmung isothermer Linien, als nach der inneren Verwandtschaft, oder nach dem, der ganzen Natur inwohnenden Principe der Steigerung und sich individualisirenden Entfaltung der Organe. Die natürliche Reihenfolge der Pflanzen- und Thier-Bildungen wird daher hier als etwas Gegebenes, der beschreibenden Botanik und Zoologie Entnommenes betrachtet. So ist es die Aufgabe der physischen Geographie, nachzuspüren, wie auf der Oberfläche der Erde sehr verschiedenartige Formen, bei scheinbarer Zerstreuung der Familien und Gattungen, doch in geheimnißvoller genetischer Beziehung zu einander stehen (Beziehungen des gegenseitigen Ersatzes und Ausschließens), wie die Organismen ein tellurisches Naturganze bilden, durch Athem und leise Verbrennungs-Processe den Luftkreis modificiren und, vom Lichte in ihrem Gedeihen, ja in ihrem Dasein prometheisch bedingt, trotz ihrer geringen Masse, doch auf das ganze äußere Erde-Leben (das Leben der Erdrinde) einwirken.

Die Darstellungsweise, welche ich hier, als der physischen Erdbeschreibung ausschließlich geeignet, schildere, gewinnt an Einfachheit, wenn wir sie auf den uranologischen Theil des Kosmos, auf die physische Beschreibung des Weltraums und der himmlischen Weltkörper anwenden. Unterscheidet man, wie es der alte Sprachgebrauch thut, wie aber, nach tieferen Naturansichten, einst nicht mehr zu thun erlaubt sein wird, Naturlehre (Physik), die allgemeine Betrachtung der Materie, der Kräfte und der Be-

wegung, von der Chemie, der Betrachtung der verschiedenen Natur der Stoffe, ihrer stöchiologischen Heterogeneität, ihrer Verbindungen und Mischungsveränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Massen-Verhältnisse erklärbaren Ziehkräften; so erkennen wir in den tellurischen Räumen physische und chemische Processe zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her, auf dem Erdkörper, noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile *), Kräfte sogenannter chemischer Verwandtschaft, die, durch Electricität, Wärme und eine Contact-Substanz mannigfach bestimmt, in der unorganischen Natur, wie in den belebten Organismen unausgesetzt thätig sind. In den Himmelsräumen bieten bisher sich unserer Wahrnehmung nur physische Processe, Wirkungen der Materie dar, die von der Massen-Vertheilung abhangen und die sich als den dynamischen Gesetzen der reinen Bewegungs-Lehre unterworfen darstellen lassen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterschieden (von Heterogeneität oder specifischer Verschiedenheit) der Stoffe betrachtet.

Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballten zerstreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Massen-Anziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodischen Veränderungen des tellurischen Magnetismus sind noch in Dunkel gehüllt. Ueber die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreisen oder vielleicht denselben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es sei denn durch den Fall der Aerolithen, wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeschwindigkeit mehr als wahrscheinlich macht) diese erhitzten, sich in Dämpfe einhüllenden Massen für kleine Weltkörper hält, die, auf ihrem Wege durch die himmlischen Räume, in die Anziehungs-Sphäre unseres Planeten kommen. Das heimische Ansehen ihrer Bestandtheile, ihre mit unseren tellurischen Stoffen ganz gleichartige Natur sind sehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermuthungen über die Beschaffenheit solcher Planeten führen, die zu Einer Gruppe gehören, unter der Herrschaft Eines Central-Körpers sich durch Niederschläge aus kreisenden Ringen dunstförmiger Materie gebildet haben. Bessel's Pendelversuche, die von einer noch unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newtonischen Axiom, daß Körper von der verschiedenartigsten Beschaffenheit (Wasser, Gold, Quarz, körniger Kalkstein, Aerolithen-Massen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beschleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige rein astronomische Resultate, z. B. die fast gleiche Jupitersmasse aus der Einwirkung des Jupiter auf seine Trabanten, auf Encke's Cometen, auf die kleinen Planeten (Vesta, Juno, Ceres und Pallas), lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derselben bestimmt †).

Diese Ausschließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weise die Mechanik des Himmels: sie unterwirft das ungemessene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre, und der astrognostische Theil der physischen Weltbeschreibung schöpft aus der fest begründeten theoretischen Astronomie, wie der tellurische Theil aus der Physik, der Chemie und der organischen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Disciplinen umfaßt so verwickelte und theilweise den mathematischen Ansichten widerstrebende Erscheinungen, daß der tellurische Theil der Lehre vom Kosmos sich noch nicht der-

---

*) Ueber die schon von Newton angeregte Frage von dem Unterschiede der Massen-Anziehung und Molecular-Attraction s. Laplace in der Exposition du Syst. du Monde p. 384 und in dem Supplement au Livre X de la Mécanique cél. p. 3 und 4 (Kant, Metaph. Anfangsgründe der Natur-Wissenschaft, in Sämmtl. Werken 1839. Bd. 5. S. 309. Poulet, Physique 1838. T. I. p. 59—63.)

†) Poisson in Conn. des tems pour l'année 1836 p. 64—66. Bessel in Poggend. Annalen der Physik Bd. XXV. S. 417. Encke in Abhandlungen der Berliner Academie 1835 S. 257. Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie 1837. Bd. I. S. 352.

selben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der astronomische möglich macht. In den hier angedeuteten Unterschieden liegt gewissermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechischer Cultur die phythagoreische Naturphilosophie dem Weltraume mehr, als den Erdräumen zugewandt war, warum sie durch Philolaus, und in spätern Nachklängen durch Aristarch von Samos und Seleucus den Erythräer für die wahre Kenntniß unseres Sonnensystems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden ist, als die ionische Naturphilosophie es der Physik der Erde sein konnte. Gleichgültiger gegen die specifische Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die qualitative Verschiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italischen Schule mit dorischem Ernste allein auf geregelte Gestaltung, auf Form und Maaß gerichtet *), während die ionischen Physiologen bei dem Stoffartigen, seinen geahneten Umwandlungen und genetischen Verhältnissen vorzugsweise verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philosophischen und dabei so praktischen Geiste des Aristoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe sich in die Welt der Abstractionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verschiedenen der organischen Gebilde zu versenken.

Mehrere und sehr vorzügliche Werke über physische Geographie enthalten in der Einleitung einen astronomischen Theil, in dem sie die Erde zuerst in ihrer planetarischen Abhängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnensystem betrachten. Dieser Weg ist ganz dem entgegengesetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeschreibung muß der astrognostische Theil, den Kant die Naturgeschichte des Himmels nannte, nicht dem tellurischen untergeordnet erscheinen. Im Kosmos ist, wie schon der alte Kopernicaner, Aristarch der Samier, sich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahllosen Sternen. Eine allgemeine Weltansicht muß also mit den, den Weltraum füllenden himmlischen Körpern beginnen, gleichsam mit dem Entwurf einer graphischen Darstellung des Universums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerst mit kühner Hand sie Herschel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unseres Planeten, der tellurische Theil in der Weltbeschreibung den größeren Raum einnimmt und am ausführlichsten behandelt wird, so geschieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Masse des Erkannten, auf die Ungleichheit des Empirisch-Zugänglichen. Jene Unterordnung des uranalogischen Theils finden wir übrigens schon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius †) in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterscheidet sehr scharfsinnig

*) Vgl. Otfried Müller, Dorier, Bd. I. S. 365.

†) Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur. Die älteste Amsterdamer (Elzevirische) Ausgabe ist von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton besorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius ist im eigentlichen Sinne des Worts eine physische Erdbeschreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeschreibung des Neuen Continents, die der Jesuit Joseph de Acosta (Historia natural de las Indias 1590) entwarf, waren die tellurischen Phänomene nie in solcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acosta ist reicher an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größeren Ideenkreis, da ihn sein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Berührung mit vielen wohlunterrichteten Reisenden gesetzt hatte. *„Generalis vice universalis Geographia dicitur, quae telluram in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione."* Die allgemeine Erdbeschreibung des Varenius (Descr. absoluta cap. 1—22.) ist in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfasser das Wort Geographia comparativa (cap. 33—40.) in einer viel einschränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig sind die Aufzählung der Gebirgssysteme und die Betrachtung der Verhältnisse ihrer Richtungen zu der Gestalt der ganzen Continente (p. 66—76. ed. Cantabr. 1681); die Liste der brennenden und ausgebrannten Vulkane; die Zusammenstellung der Resultate über die Vertheilung der Inseln und Inselgruppen (p. 220), über die Tiefe des Oceans in Vergleich mit der Höhe naher Küsten (p. 103), über den gleich hohen Stand der Oberfläche aller offenen Meere (p. 97), über die Strömungen in ihrer Abhängigkeit von den herrschenden Winden, die ungleiche Salzigkeit des Meeres und die Configuration der Küsten (p. 139), die Windrichtungen als Folge der Temperatur-Verschiedenheit u. s. f. Auch die Betrachtungen über die allgemeine Aequinoctial-Strömung von Osten nach Westen als Ursache des schon am Cap San Augustin anfangenden und zwischen Cuba und Florida ausbrechenden Golf-Stromes (p. 140) sind vortrefflich. Die Richtungen der Strömung längs der westafrikanischen Küste zwischen dem Grünen Vorgebirge und der Insel Fernando Po im Golf von Guinea werden äußerst genau beschrieben. Die sporadischen Inseln hält Varenius für „gehobenen Meeresgrund": *magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes e terra protrusos esse quidam scribunt* (p. 215). Die 1681 von Newton veranstaltete Ausgabe (auctior et emendatior) enthält leider keine Zusätze des großen Mannes. Der sphäroidalen Gestalt und Abplattung der Erde geschieht nirgends Erwähnung, obgleich Richer's Pendelversuche um 9 Jahre älter als die Ausgabe von Cambridge sind; aber Newton's Principia mathematica

allgemeine und specielle Erdbeschreibung, und theilt die erstere wieder in die absolut tellurische und die planetarische ein, je nachdem man betrachtet die Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen Zonen, oder das solarisch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unseres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius ist es, daß die Ausführung eines solchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newton's Aufmerksamkeit in einem hohen Grade auf sich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zustande der Hülfswissenschaften, aus denen Varenius schöpfte, konnte die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entsprechen. Es war unserer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weitesten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geschichte der Menschheit, auf die Beziehungen der Erdgestaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortschritte der Gesittung, meisterhaft bearbeitet*) zu sehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die sich in dem gesammten Naturwissen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am späten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. Dieser Titel ist vielleicht kühner als das Unternehmen selbst, in den Grenzen, die ich mir gesetzt habe. In speciellen Disciplinen hatte ich bisher, so viel als möglich, neue Namen zur Bezeichnung allgemeiner Begriffe vermieden. Wo ich Erweiterungen der Nomenclatur versuchte, waren sie auf die Einzeldinge der Thier- und Pflanzenkunde beschränkt gewesen. Das Wort: physische Weltbeschreibung, dessen ich mich hier bediene, ist dem längst gebräuchlichen: physische Erdbeschreibung nachgebildet. Die Erweiterung des Inhalts, die Schilderung eines Naturganzen von den fernen Nebelflecken an bis zur klimatischen Verbreitung der organischen Gewebe, die unsere Felsklippen färben, machen die Einführung eines neuen Wortes nothwendig. So sehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beschränktheit menschlicher Ansichten, die Begriffe Erde und Welt sich verschmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumseglung, Weltkarten, Neue Welt), so ist doch die wissenschaftliche Absonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfniß. Die schönen und richtiger gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Weltschöpfung für den Inbegriff und den Ursprung aller Materie, der irdischen, wie der der fernsten Gestirne, rechtfertigen diese Absonderung. Um dieselbe bestimmter, ich könnte sagen feierlicher und auf alterthümliche Weise anzudeuten, ist dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgesetzt, das ursprünglich, in der Homerischen Zeit, Schmuck und Ordnung bedeutete, später aber zu einem philosophischen Kunstausdrucke, zur wissenschaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Masse des Raumerfüllenden, d. i. des Weltalls selbst, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der steten Veränderlichkeit irdischer Erscheinungen das Geregelte oder Gesetzliche zu erkennen, wurde der Geist der Menschen vorzugsweise und früh von der gleichförmigen, harmonischen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugnisse des Philolaus, dessen ächte Bruchstücke Böckh so geistreich bearbeitet hat, nach dem einstimmigen Zeugniß des ganzen Alterthums †) hat Pythagoras zuerst das Wort Kos-

---

Philosophiae naturalis wurden erst im April 1686 der königlichen Societät zu London im Manuscripte mitgetheilt. Es schwebt viel Ungewißheit über das Vaterland des Varenius. Nach Jöcher ward er in England, nach der Biographie Universelle (T. 47, p. 495) in Amsterdam geboren; aus der Zueignung der allgemeinen Geographie an die Bürgermeister dieser Stadt ist aber zu ersehen, daß beide Angaben gleich falsch sind. Varenius sagt ausdrücklich, er habe sich nach Amsterdam geflüchtet, „da seine Vaterstadt im langen Kriege eingeäschert und gänzlich zerstört worden sei." Diese Worte scheinen das nördliche Deutschland und die Verheerungen des dreißigjährigen Krieges zu bezeichnen. Auch bemerkt Varenius in der Zueignung seiner Descriptio Regni Japoniae (Ams. 1649) an den Senat von Hamburg: daß er seine ersten mathematischen Studien auf dem Hamburger Gymnasium gemacht habe. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieser scharfsinnige Geograph ein Deutscher, und zwar ein Lüneburger, war. Witten, (Mem. Theol. 1685, p. 2142. Zedler, Universal-Lexikon Th. XLVI. 1745. S. 187.)

*) Carl Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Geographie.

†) Κόσμος war in der ältesten und eigentlichen Bedeutung wohl nur Schmuck (Männer-, Frauen- oder

mos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philosophischen italischen Schule ist das Wort in die Sprache der Dichter der Natur (Parmenides und Empedokles), später endlich und langsamer in die Prosaiker übergegangen. Daß, nach pythagoreischen Ansichten, dasselbe Wort in der Mehrzahl bisweilen auch auf einzelne Weltkörper (Planeten), die um den Heerd der Welt eine kreisförmige Bahn beschreiben, oder auf Gruppen von Gestirnen (Weltinseln) angewendet wurde, ja daß Philolaus sogar einmal Olymp, Kosmos und Uranos unterscheidet, ist hier nicht zu erörtern. In meinem Entwurfe einer Weltbeschreibung ist Kosmos, wie der allgemeinste Gebrauch in der nach-pythagoreischen Zeit es gebietet und wie der unbe-

---

Pferdschmuck); bildlich Ordnung, für εὐταξία, und Schmuck der Rede. Daß Pythagoras zuerst das Wort für Weltordnung und Welt gebraucht, wird von den Alten einstimmig versichert. Da er selbst nicht geschrieben, so sind die ältesten Beweisstellen die Bruchstücke des Philolaus (Stob. Eclog. p. 360 und 460. Heeren; Philolaos von Böckh S. 62 und 90). Wir führen nicht mit Näke den Timäus von Locri an, weil seine Aechtheit zu bezweifeln ist. Plutarch (de plac. phil. II, 1.) sagt auf das bestimmteste, daß Pythagoras zuerst den Inbegriff des Universums Kosmos nannte wegen der darin herrschenden Ordnung. (Ebenso Galen. Hist. phil. p. 429.) Das Wort ging in der neuen Bedeutung aus der philosophischen Schule in die Sprache der Naturdichter und der Prosaiker über. Plato führt fort, die Weltkörper selbst Uranos zu nennen; die Weltordnung ist ihm aber auch Kosmos, und im Timäus (p. 30. B.) heißt das Weltall ein mit Seele begabtes Thier (Κόσμον ζῶον ἔμψυχον). Vergl. über den von allem Stoff gesonderten weltordnenden Geist Anaxag. Claz. ed. Schaubach p. 111, und Plut. de plac. phil. II, 3. Bei Aristoteles (de Coelo I, 9.) ist Kosmos „Welt und Weltordnung"; er wird aber auch betrachtet als räumlich zerfallend in die sublunarische Welt und die höhere, über dem Monde (Meteor. I, 2, 1. und I, 3, 13. p. 339, a. und 340, b. Bekk.) Die von mir oben im Text citirte Definition des Kosmos aus dem Pseudo-Aristoteles de Mundo cap. 2. (p. 391) lautet also: Κόσμος ἐστὶ σύστημα ἐξ οὐρανοῦ καὶ γῆς καὶ τῶν ἐν τούτοις περιεχομένων φύσεων. λέγεται δὲ καὶ ἑτέρως κόσμος ἡ τῶν ὅλων τάξις τε καὶ διακόσμησις, ὑπὸ θεῶν τε καὶ διὰ θεῶν φιλαττομένη. Die meisten Stellen der griechischen Schriftsteller über Kosmos finde ich gesammelt 1) in der Streitschrift von Richard Bentley gegen Charles Boyle (Opuscula philologica 1781, p. 347, 445, Dissertation upon the Epistles of Phalaris 1817 p. 254) über die historische Existenz des Zalmoxis, Gesetzgebers von Locri; 2) in Näke's vortrefflichen Sched. crit. 1812 p. 9—15 und 3) in Theoph. Schmidt ad Clom. cycl. theor. met. I, 1. (p. IX, I und 99.) Kosmos wurde in engerer Bedeutung auch in der Mehrzahl (Plut. I, 5.) gebraucht, indem entweder jeder Stern (Weltkörper) so genannt wird (Stob. I, p. 514. Plut. II, 13.), oder in dem unendlichen Weltraume viele einzelne Weltsysteme (Weltinseln) angenommen werden, deren jedes eine Sonne und einen Mond hat (Anaxag. Claz. fragm. p. 89, 93, 120. Brandis, Gesch. der Griechisch-Römischen Philosophie, Bd. I. S. 252). Da jede Gruppe dann ein Kosmos wird, so ist das Weltall, τὸ πᾶν, ein höherer Begriff und von Kosmos verschieden (Plut. II, 1.). Für Erde wird das letzte Wort erst lange nach der Zeit der Ptolemäer gebraucht. Böckh hat Inschriften zum Lobe des Trajan und Hadrian bekannt gemacht (Corpus Inscr. Graec. T. I. nr. 234 und 1306), in denen Κόσμος an die Stelle der οἰκουμένη tritt, ganz wie auch wir oft unter Welt die Erde allein verstehen. Die sonderbare, oben erwähnte Dreitheilung des Weltraumes in Olymp, Kosmos und Uranos (Stob. I. p. 488. Philolaos S. 94—102) bezieht sich auf die verschiedenen Regionen, welche den Heerd des Weltalls, die pythagoreische Ἑστία τοῦ παντός, umgeben. Die innerste Region zwischen Mond und Erde, das Gebiet des Veränderlichen, wird in dem Bruchstücke Uranos genannt. Das mittlere Gebiet, das der unveränderlich wohlgeordnet kreisenden Planeten, heißt nach einer sehr particulären Weltansicht ausschließlich Kosmos. Die äußerste Region, eine feurige, ist der Olymp. „Wenn man", bemerkt der tiefe Forscher der Sprachverwandtschaften, Bopp, Κόσμος von der Sanskrit-Wurzel *s'ud*, purificari, ableitet, wie schon Pott gethan (Etymol. Forschungen Th. I. S. 39 und 252), so hat man in lautlicher Beziehung zu betrachten 1) daß das griechische κ in (Κόσμος) aus dem palatalen ś, das Bopp durch s' und Pott durch ç ausdrücken, hervorgegangen ist, wie δέκα, decem, gothisch taihun, aus dem indischen das'an; 2) daß das indische d' regelmäßig (Vergleichende Gramm. § 99.) dem griechischen δ entspricht, woraus das Verhältniß von Κόσμος (für Κόδμος) zur Skr. Wurzel s'ud', wovon auch κάθαρός, klar wird. Ein anderer indischer Ausdruck für Welt ist gagat (spr. dschagat), was eigentlich das Gehende bedeutet, als Participium von gagâmi, ich gehe (aus der Wurzel gâ)." In dem inneren Kreise des hellenischen Sprach-Zusammenhanges knüpft sich nach dem Etym. M. p. 532, 12 Κόσμος zunächst an κίζω oder vielmehr καίνυμαι (wovon κεκασμένος oder κεκαδμένος) an. Hiermit verbindet Welcker (Eine kretische Col. in Theben S. 23.) auch den Namen Κάδμος, wie bei dem Hesychius Κάδμος eine kretische Waffenrüstung bedeutet. — Die Römer haben bei Einführung der philosophischen Kunstsprache der Griechen ganz wie diese das mit Κόσμος (Frauenschmuck) ursprünglich gleichbedeutende Wort mundus zur Welt und zum Weltall umgestempelt. Ennius scheint zuerst diese Neuerung gewagt zu haben; er sagt nach einem Fragmente, das uns Macrobius (Sat. VI, 2.) in seinem Hader mit Virgil aufbewahrt hat: „Mundus coeli vastus constitit silentio", wie Cicero: „quem nos *lucentem mundum* vocamus" (Timaeus s. de univ. cap. 10.). Die Sanskrit-Wurzel mand, von der Pott (Etym. Forsch. Th. I. S. 240) das lateinische mundus ableitet, vereinigt beide Bedeutungen von glänzen und schmücken. Lôka ist im Sanskrit Welt und Menschen, wie das französische monde, und stammt, nach Bopp, von lôk, sehen und leuchten, her; auf ähnliche Weise bedeutet das slavische swjet (Grimm, Deutsche Gramm. Bd. III. S. 394) Licht und Welt. Das letzte Wort, dessen wir uns heute bedienen, althochdeutsch wëralt, altsächsisch worold, angelsächsisch vëruld, bezeichnet nach Jacob Grimm ursprünglich blos „den Zeitbegriff, saeculum (Menschenalter), nicht den räumlichen mundus." Bei den Tuskern war der offene mundus ein umgekehrtes Gewölbe, das seine Kuppel nach unten, gegen die Unterwelt hin, kehrte und dem oberen Himmelsgewölbe nachgebildet war (Otfr. Müller, Etrusker Th. II. S. 96, 98 und 143). Die Welt im engeren tellurischen Sinne erscheint im Gothischen als der vom Meer (marei, meri) umgürtete Erdkreis, als merigard, ein Meergarten.

kannte Verfaſſer des Buches de Mundo, das lange dem Ariſtoteles zugeſchrieben wurde, das Wort definirt hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen. Durch Nachahmungsſucht der ſpät philoſophirenden Römer wurde das Wort mundus, welches bei ihnen Schmuck, nicht einmal Ordnung, bezeichnete, zu der Bedeutung von Weltall umgeſtempelt. Die Einführung eines ſolchen Kunſtausdruckes in die lateiniſche Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechiſchen Kosmos, in zweifachem Sinne gebraucht, iſt wahrſcheinlich dem Ennius *) zuzuſchreiben, einem Anhänger der italiſchen Schule, dem Ueberſetzer pythagoreiſcher Philoſopheme des Epicharmus oder eines Nachahmers deſſelben.

Wie eine phyſiſche Weltgeſchichte, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weiteſten Sinne des Worts die Veränderungen ſchildern ſollte, welche im Laufe der Zeiten der Kosmos durchwandert hat, von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die ſich auflöſen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinſten Pflanzen-Gewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Corallen-Riff allmälig und fortſchreitend bedeckt; ſo ſchildert dagegen die phyſiſche Weltbeſchreibung das Zuſammen-Beſtehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieſer Kräfte ſind. Das Seiende iſt aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem Werden abſolut zu ſcheiden: denn nicht das Organiſche allein iſt ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen, das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium ſeiner Exiſtenz, an die früher durchlaufenen Zuſtände. So enthalten die über einander gelagerten Steinſchichten, aus denen der größere Theil der äußeren Erdrinde beſteht, die Spuren einer faſt gänzlich untergegangenen Schöpfung; ſie verkünden eine Reihe von Bildungen, die ſich gruppenweiſe erſetzt haben; ſie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die Faunen und Floren der verfloſſenen Jahrtauſende. In dieſem Sinne wären Naturbeſchreibungen und Naturgeſchichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognoſt kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit faſſen. Beide durchdringen und verſchmelzen ſich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der Etymologe in dem dermaligen Zuſtande grammatiſcher Formen ihr Werden und progreſſives Geſtalten, ja die ganze ſprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgeſpiegelt findet. In der materiellen Welt aber iſt dieſe Abſpiegelung des Geweſenen um ſo klarer, als wir analoge Producte unter unſeren Augen ſich bilden ſehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beiſpiel der Geognoſie zu entlehnen, beleben Trachyt-Kegel, Baſalt, Bimsſtein-Schichten und ſchlackige Mandelſteine auf eigenthümliche Weiſe die Landſchaft. Sie wirken auf unſere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form iſt ihre Geſchichte.

Das Sein wird in ſeinem Umfang und inneren Sein vollſtändig erſt als ein Gewordenes erkannt. Von dieſer urſprünglichen Verſchmelzung der Begriffe zeugt das claſſiſche Alterthum in dem Gebrauche des Worts: Hiſtorie bei Griechen und Römern. Wenn auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus †) giebt, ſo iſt doch in den zoologiſchen Schriften des Ariſtoteles Hiſtorie eine Erzählung von dem Erforſchten, dem ſinnlich Wahrgenommenen. Die phyſiſche Weltbeſchreibung des älteren Plinius führt den Titel einer Historia naturalis; in den Briefen des Neffen wird ſie edler eine „Geſchichte der Natur" genannt. Im claſſiſchen Alterthum trennen die früheſten Hiſtoriker noch wenig die Länderbeſchreibung von der Darſtellung der Begebenheiten, deren Schauplatz die beſchriebenen Länder geweſen ſind. Phyſiſche Geographie und Geſchichte erſcheinen lange anmuthig gemiſcht, bis das wachſende politiſche Intereſſe und ein vielbewegtes Staatsleben das erſte Element verdrängten, das nun in eine abgeſonderte Disciplin überging.

*) Ueber den Ennius ſ. die ſcharfſinnigen Unterſuchungen von Leopold Krahner in deſſen Grundlinien zur Geſchichte des Verfalls der römiſchen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrſcheinlich ſchöpfte Ennius nicht aus den Epicharmiſchen Stücken ſelbſt, ſondern aus Gedichten, die unter dem Namen des Epicharmus und im Sinne ſeines Syſtems geſchrieben waren.

†) Gell. Noct. att. V, 18.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann, meiner Einsicht nach, bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt werden. Erfahrungswissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen ist nicht zu erschöpfen; keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Erscheinungen zu übersehen. Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgesetze. Je mehr die physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich auch die Kreise dieses Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten Ansichten der Processe, welche sowohl im festen Erdkörper als in der Atmosphäre von electromagnetischen Kräften, von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhangen; glänzende Beweise die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alles Entstehende vorher angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entsteht. In der Verallgemeinerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isolirtere Gruppen von Phänomenen zu beherrschen scheinen, giebt es mannigfaltige Abstufungen. Die Herrschaft der erkannten Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarheit, so lange die Forschungen auf gleichartige, unter sich verwandte Massen gerichtet sind. Wo aber die dynamischen Ansichten, die sich dazu nur auf bildliche atomistische Voraussetzungen gründen, nicht ausreichen, weil die specifische Natur der Materie und ihre Heterogeneität im Spiel sind, da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens strebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart sich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Gesetzliche numerischer Verhältnisse, welches der Scharfsinn der neueren Chemiker so glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomistischer Vorstellungsweisen erkannt hat, bleibt bis jetzt isolirt, ununterworfen den Gesetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche sich alle unmittelbare Wahrnehmung beschränkt, können teglich in Classen und Gattungen geordnet werden. Solche Anordnungen führen, wie ich schon oben tadelnd bemerkte, als ein naturbeschreibender Theil, den anmaßenden Titel von Natur-Systemen. Sie erleichtern freilich das Studium der organischen Gebilde und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichnisse gewähren sie nur ein formelles Band; sie bringen mehr Einheit in die Darstellung, als in die Erkenntniß selbst. Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturgesetze, je nachdem sie größere oder kleinere Gruppen von Erscheinungen, weitere oder engere Kreise organischer Gestaltung und Gliederung umfassen, so giebt es auch Abstufungen im empirischen Forschen. Es beginnt dasselbe von vereinzelten Anschauungen, die man gleichartig sondert und ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeschritten zum Experimentiren, zum Hervorrufen der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, nach leitenden Hypothesen, d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zusammenhange der Natur-Kräfte. Was durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien und Induction gegründet, zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Das sind die Phasen, gleichsam die Momente, welche der beobachtende Verstand durchläuft und die in der Geschichte des Naturwissens der Völker besondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantitative, Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe, und qualitative, stoffartige Beschaffenheiten. Die erstere, zugänglichere Form gehört dem mathematischen, die zweite dem chemischen Wissen an. Um die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität, die Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von imponderablen Stoffen und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Ansicht der Natur.

wegung, von der Chemie, der Betrachtung der verſchiedenen Natur der Stoffe, ihrer ſtöchiologiſchen Heterogeneität, ihrer Verbindungen und Miſchungsveränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Maſſen-Verhältniſſe erklärbaren Ziehkräften; ſo erkennen wir in den telluriſchen Räumen phyſiſche und chemiſche Proceſſe zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her, auf dem Erdkörper, noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile *), Kräfte ſogenannter chemiſcher Verwandtſchaft, die, durch Electricität, Wärme und eine Contact-Subſtanz mannigfach beſtimmt, in der unorganiſchen Natur, wie in den belebten Organismen unausgeſetzt thätig ſind. In den Himmelsräumen bieten bisher ſich unſerer Wahrnehmung nur phyſiſche Proceſſe, Wirkungen der Materie dar, die von der Maſſen-Vertheilung abhangen und die ſich als den dynamiſchen Geſetzen der reinen Bewegungs-Lehre unterworfen darſtellen laſſen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterſchieden (von Heterogeneität oder ſpecifiſcher Verſchiedenheit) der Stoffe betrachtet.

Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballten zerſtreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Maſſen-Anziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodiſchen Veränderungen des telluriſchen Magnetismus ſind noch in Dunkel gehüllt. Ueber die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreiſen oder vielleicht denſelben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es ſei denn durch den Fall der Aerolithen, wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeſchwindigkeit mehr als wahrſcheinlich macht) dieſe erhitzten, ſich in Dämpfe einhüllenden Maſſen für kleine Weltkörper hält, die, auf ihrem Wege durch die himmliſchen Räume, in die Anziehungs-Sphäre unſeres Planeten kommen. Das heimiſche Anſehen ihrer Beſtandtheile, ihre mit unſeren telluriſchen Stoffen ganz gleichartige Natur ſind ſehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermuthungen über die Beſchaffenheit ſolcher Planeten führen, die zu Einer Gruppe gehören, unter der Herrſchaft Eines Central-Körpers ſich durch Niederſchläge aus kreiſenden Ringen dunſtförmiger Materie gebildet haben. Beſſel's Pendelverſuche, die von einer noch unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newtoniſchen Axiom, daß Körper von der verſchiedenartigſten Beſchaffenheit (Waſſer, Gold, Quarz, körniger Kalkſtein, Aërolithen-Maſſen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beſchleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige rein aſtronomiſche Reſultate, z. B. die faſt gleiche Jupitersmaſſe aus der Einwirkung des Jupiter auf ſeine Trabanten, auf Encke's Cometen, auf die kleinen Planeten (Veſta, Juno, Ceres und Pallas), lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derſelben beſtimmt †).

Dieſe Ausſchließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verſchiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weiſe die Mechanik des Himmels: ſie unterwirft das ungemeſſene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrſchaft der Bewegungslehre, und der aſtrognoſtiſche Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung ſchöpft aus der feſt begründeten theoretiſchen Aſtronomie, wie der telluriſche Theil aus der Phyſik, der Chemie und der organiſchen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Disciplinen umfaßt ſo verwickelte und theilweiſe den mathematiſchen Anſichten widerſtrebende Erſcheinungen, daß der telluriſche Theil der Lehre vom Kosmos ſich noch nicht der-

---

*) Ueber die ſchon von Newton angeregte Frage von dem Unterſchiede der Maſſen-Anziehung und Molecular-Attraction ſ. Laplace in der Exposition du Syst. du Monde p. 384 und in dem Supplement au Livre X de la Mécanique cél. p. 3 und 4 (Kant, Metaph. Anfangsgründe der Natur-Wiſſenſchaft, in Sämmtl. Werken 1839. Bd. 5. S. 309. Peclet, Physique 1838. T. I. p. 59—63.)

†) Poiſſon in Conn. des tems pour l'année 1836 p. 64—66. Beſſel in Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXV. S. 417. Encke in Abhandlungen der Berliner Academie 1825 S. 257. Mitſcherlich, Lehrbuch der Chemie 1837. Bd. I. S. 352.

ſelben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der aſtronomiſche möglich macht. In den hier angedeuteten Unterſchieden liegt gewiſſermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechiſcher Cultur die phythagoreiſche Naturphiloſophie dem Weltraume mehr, als den Erdräumen zugewandt war, warum ſie durch Philolaus, und in ſpätern Nachklängen durch Ariſtarch von Samos und Seleucus den Erythräer für die wahre Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden iſt, als die ioniſche Naturphiloſophie es der Phyſik der Erde ſein konnte. Gleichgültiger gegen die ſpecifiſche Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die qualitative Verſchiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italiſchen Schule mit doriſchem Ernſte allein auf geregelte Geſtaltung, auf Form und Maaß gerichtet *), während die ioniſchen Phyſiologen bei dem Stoffartigen, ſeinen geahneten Umwandlungen und genetiſchen Verhältniſſen vorzugsweiſe verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philoſophiſchen und dabei ſo praktiſchen Geiſte des Ariſtoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe ſich in die Welt der Abſtractionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verſchiedenen der organiſchen Gebilde zu verſenken.

Mehrere und ſehr vorzügliche Werke über phyſiſche Geographie enthalten in der Einleitung einen aſtronomiſchen Theil, in dem ſie die Erde zuerſt in ihrer planetariſchen Abhängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnenſyſtem betrachten. Dieſer Weg iſt ganz dem entgegengeſetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeſchreibung muß der aſtrognoſtiſche Theil, den Kant die Naturgeſchichte des Himmels nannte, nicht dem telluriſchen untergeordnet erſcheinen. Im Kosmos iſt, wie ſchon der alte Kopernicaner, Ariſtarch der Samier, ſich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahlloſen Sternen. Eine allgemeine Weltanſicht muß alſo mit den, den Weltraum füllenden himmliſchen Körpern beginnen, gleichſam mit dem Entwurf einer graphiſchen Darſtellung des Univerſums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerſt mit kühner Hand ſie Herſchel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unſeres Planeten, der telluriſche Theil in der Weltbeſchreibung den größeren Raum einnimmt und am ausführlichſten behandelt wird, ſo geſchieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Maſſe des Erkannten, auf die Ungleichheit des Empiriſch-Zugänglichen. Jene Unterordnung des uranalogiſchen Theils finden wir übrigens ſchon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius †) in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterſcheidet ſehr ſcharfſinnig

---

*) Vgl. Otfried Müller, Dorier, Bd. I. S. 365.

†) Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur. Die älteſte Amſterdamer (Elzeviriſche) Ausgabe iſt von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton beſorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius iſt im eigentlichen Sinne des Worts eine phyſiſche Erdbeſchreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeſchreibung des Neuen Continents, die der Jeſuit Joſeph de Acoſta (Historia natural de las Indias 1590) entwarf, waren die telluriſchen Phänomene nie in ſolcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acoſta iſt reicher an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größeren Ideenkreis, da ihn ſein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Berührung mit vielen wohlunterrichteten Reiſenden geſetzt hatte. *„Generalis vice universalis Geographia dicitur, quae tellurem in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione.“* Die allgemeine Erdbeſchreibung des Varenius (Pars absoluta cap. 1—22.) iſt in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfaſſer das Wort Geographia comparativa (cap. 33—40.) in einer viel eingeſchränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig ſind die Aufzählung der Gebirgsſyſteme und die Betrachtung der Verhältniſſe ihrer Richtungen zu der Geſtalt der ganzen Continente (p. 66—76. ed. Cantabr. 1681); die Liſte der brennenden und ausgebrannten Vulkane; die Zuſammenſtellung der Reſultate über die Vertheilung der Inſeln und Inſelgruppen (p. 220), über die Tiefe des Oceans in Vergleich mit der Höhe naher Küſten (p. 103), über den gleich hohen Stand der Oberfläche aller offenen Meere (p. 97), über die Strömungen in ihrer Abhängigkeit von den herrſchenden Winden, die ungleiche Salzigkeit des Meeres und die Configuration der Küſten (p. 139), die Windrichtungen als Folge der Temperatur-Verſchiedenheit u. ſ. f. Auch die Betrachtungen über die allgemeine Aequinoctial-Strömung von Oſten nach Weſten als Urſache des ſchon am Cap San Auguſtin anfangenden und zwiſchen Cuba und Florida ausbrechenden Golf-Stromes (p. 140) ſind vortrefflich. Die Richtungen der Strömung längs der weſtafrikaniſchen Küſte zwiſchen dem Grünen Vorgebirge und der Inſel Fernando Po im Golf von Guinea werden äußerſt genau beſchrieben. Die ſporadiſchen Inſeln hält Varenius für „gehobenen Meeresgrund“: *„magna spirituum inclusorum vi, sicut aliquando montes e terra protrusos esse quidam scribunt* (p. 215). Die 1681 von Newton veranſtaltete Ausgabe (auctior et emendatior) enthält leider keine Zuſätze des großen Mannes. Der ſphäroidalen Geſtalt und Abplattung der Erde geſchieht nirgends Erwähnung, obgleich Richer's Pendelverſuche um 9 Jahre älter als die Ausgabe von Cambridge ſind; aber Newton's Principia mathematica

allgemeine und ſpecielle Erdbeſchreibung, und theilt die erſtere wieder in die abſolut telluriſche und die planetariſche ein, je nachdem man betrachtet die Verhältniſſe der Erdoberfläche in den verſchiedenen Zonen, oder das ſolariſch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unſeres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius iſt es, daß die Ausführung eines ſolchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newton's Aufmerkſamkeit in einem hohen Grade auf ſich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zuſtande der Hülfswiſſenſchaften, aus denen Varenius ſchöpfte, konnte die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entſprechen. Es war unſerer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weiteſten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geſchichte der Menſchheit, auf die Beziehungen der Erdgeſtaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortſchritte der Geſittung, meiſterhaft bearbeitet *) zu ſehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die ſich in dem geſammten Naturwiſſen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am ſpäten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. Dieſer Titel iſt vielleicht kühner als das Unternehmen ſelbſt, in den Grenzen, die ich mir geſetzt habe. In ſpeciellen Disciplinen hatte ich bisher, ſo viel als möglich, neue Namen zur Bezeichnung allgemeiner Begriffe vermieden. Wo ich Erweiterungen der Nomenclatur verſuchte, waren ſie auf die Einzeldinge der Thier- und Pflanzenkunde beſchränkt geweſen. Das Wort: phyſiſche Weltbeſchreibung, deſſen ich mich hier bediene, iſt dem längſt gebräuchlichen: phyſiſche Erdbeſchreibung nachgebildet. Die Erweiterung des Inhalts, die Schilderung eines Naturganzen von den fernen Nebelflecken an bis zur klimatiſchen Verbreitung der organiſchen Gewebe, die unſere Felsklippen färben, machen die Einführung eines neuen Wortes nothwendig. So ſehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beſchränktheit menſchlicher Anſichten, die Begriffe Erde und Welt ſich verſchmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumſeglung, Weltkarten, Neue Welt), ſo iſt doch die wiſſenſchaftliche Abſonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfniß. Die ſchönen und richtiger gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Weltſchöpfung für den Inbegriff und den Urſprung aller Materie, der irdiſchen, wie der der fernſten Geſtirne, rechtfertigen dieſe Abſonderung. Um dieſelbe beſtimmter, ich könnte ſagen feierlicher und auf alterthümliche Weiſe anzudeuten, iſt dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgeſetzt, das urſprünglich, in der Homeriſchen Zeit, Schmuck und Ordnung bedeutete, ſpäter aber zu einem philoſophiſchen Kunſtausdrucke, zur wiſſenſchaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Maſſe des Raumerfüllenden, d. i. des Weltalls ſelbſt, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der ſteten Veränderlichkeit irdiſcher Erſcheinungen das Geregelte oder Geſetzliche zu erkennen, wurde der Geiſt der Menſchen vorzugsweiſe und früh von der gleichförmigen, harmoniſchen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugniſſe des Philolaus, deſſen ächte Bruchſtücke Böckh ſo geiſtreich bearbeitet hat, nach dem einſtimmigen Zeugniß des ganzen Alterthums †) hat Pythagoras zuerſt das Wort Kos-

---

Philosophiae naturalis wurden erſt im April 1686 der königlichen Societät zu London im Manuſcripte mitgetheilt. Es ſchwebt viel Ungewißheit über das Vaterland des Varenius. Nach Jöcher ward er in England, nach der Biographie Universelle (T. 47, p. 495) in Amſterdam geboren; aus der Zueignung der allgemeinen Geographie an die Bürgermeiſter dieſer Stadt iſt aber zu erſehen, daß beide Angaben gleich falſch ſind. Varenius ſagt ausdrücklich, er habe ſich nach Amſterdam geflüchtet, „da ſeine Vaterſtadt im langen Kriege eingeäſchert und gänzlich zerſtört worden ſei.“ Dieſe Worte ſcheinen das nördliche Deutſchland und die Verheerungen des dreißigjährigen Krieges zu bezeichnen. Auch bemerkt Varenius in der Zueignung ſeiner Descriptio Regni Japoniae (Ams. 1649) an den Senat von Hamburg: daß er ſeine erſten mathematiſchen Studien auf dem Hamburger Gymnaſium gemacht habe. Es iſt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieſer ſcharfſinnige Geograph ein Deutſcher, und zwar ein Lüneburger, war. Witten, (Mem. Theol. 1685, p. 2142. Zedler, Univerſal-Lexikon Th. XLVI. 1745. S. 187.)

*) Carl Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geſchichte des Menſchen, oder allgemeine vergleichende Geographie.

†) Κόσμος war in der älteſten und eigentlichen Bedeutung wohl nur Schmuck (Männer-, Frauen- oder

mos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philosophischen italischen Schule ist das Wort in die Sprache der Dichter der Natur (Parmenides und Empedokles), später endlich und langsamer in die Prosaiker übergegangen. Daß, nach pythagoreischen Ansichten, dasselbe Wort in der Mehrzahl bisweilen auch auf einzelne Weltkörper (Planeten), die um den Heerd der Welt eine kreisförmige Bahn beschreiben, oder auf Gruppen von Gestirnen (Weltinseln) angewendet wurde, ja daß Philolaus sogar einmal Olymp, Kosmos und Uranos unterscheidet, ist hier nicht zu erörtern. In meinem Entwurfe einer Weltbeschreibung ist Kosmos, wie der allgemeinste Gebrauch in der nach-pythagoreischen Zeit es gebietet und wie der unbe-

---

Pferdschmuck); bildlich Ordnung, für *εὐταξία*, und Schmuck der Rede. Daß Pythagoras zuerst das Wort für Weltordnung und Welt gebraucht, wird von den Alten einstimmig versichert. Da er selbst nicht geschrieben, so sind die ältesten Beweisstellen die Bruchstücke des Philolaus (Stob. Eclog. p. 360 und 460. Heeren; Philolaos von Böckh S. 62 und 90). Wir führen nicht mit Näke den Timäus von Locri an, weil seine Aechtheit zu bezweifeln ist. Plutarch (de plac. phil. II, 1.) sagt auf das bestimmteste, daß Pythagoras zuerst den Inbegriff des Universums Kosmos nannte wegen der darin herrschenden Ordnung. (Ebenso Galen. Hist. phil. p. 429.) Das Wort ging in der neuen Bedeutung aus der philosophischen Schule in die Sprache der Naturdichter und der Prosaiker über. Plato fährt fort, die Weltkörper selbst Uranos zu nennen; die Weltordnung ist ihm aber auch Kosmos, und im Timäus (p. 30. B.) heißt das Weltall ein mit Seele begabtes Thier (*Κόσμον ζῷον ἔμψυχον*). Vergl. über den vom allem Stoff gesonderten weltordnenden Geist Anaxag. Claz. ed. Schaubach p. 111, und Plut. de plac. phil. II, 3. Bei Aristoteles (de Coelo I, 9.) ist Kosmos „Welt und Weltordnung"; er wird aber auch betrachtet als räumlich zerfallend in die sublunarische Welt und die höhere, über dem Monde (Meteor. I, 2, 1. und I, 3, 13. p. 339, a. und 340, b. Bekk.) Die von mir oben im Text citirte Definition des Kosmos aus dem Pseudo-Aristoteles de Mundo cap. 2. (p. 391) lautet also: *Κόσμος ἐστὶ σύστημα ἐξ οὐρανοῦ καὶ γῆς καὶ τῶν ἐν τούτοις περιεχομένων φύσεων. λέγεται δὲ καὶ ἑτέρως Κόσμος ἡ τῶν ὅλων τάξις τε καὶ διακόσμησις, ὑπό θεῶν τε καὶ διὰ θεῶν φυλαττομένη.* Die meisten Stellen der griechischen Schriftsteller über Kosmos finde ich gesammelt 1) in der Streitschrift von Richard Bentley gegen Charles Boyle (Opuscula philologica 1781, p. 347. 445, Dissertation upon the Epistles of Phalaris 1817 p. 254) über die historische Existenz des Zaleucus, Gesetzgebers von Locri; 2) in Näke's vortrefflichen Sched. crit. 1812 p. 9—15 und 3; in Theoph. Schmidt ad Clom. cycl. theor. met. I, I. (p. IX, I und 99.) Kosmos wurde in engerer Bedeutung auch in der Mehrzahl (Plut. I, 5.) gebraucht, indem entweder jeder Stern (Weltkörper) so genannt wird (Stob. I, p. 514. Plut. II, 13.), oder in dem unendlichen Weltraume viele einzelne Weltsysteme (Weltinseln) angenommen werden, deren jedes eine Sonne und einen Mond hat (Anaxag. Claz. fragm. p. 89, 93, 120. Brandis, Gesch. der Griechisch-Römischen Philosophie, Bd. I. S. 252). Da jede Gruppe dann ein Kosmos wird, so ist das Weltall, *τὸ πᾶν*, ein höherer Begriff und von Kosmos verschieden (Plut. II, 1.). Für Erde wird das letzte Wort erst lange nach der Zeit der Ptolemäer gebraucht. Böckh hat Inschriften zum Lobe des Trajan und Hadrian bekannt gemacht (Corpus Inscr. Graec. I. I. nr. 334 und 1306), in denen *Κόσμος* an die Stelle von *οἰκουμένη* tritt, ganz wie auch wir oft unter Welt die Erde allein verstehen. Die sonderbare, oben erwähnte Dreitheilung des Weltraumes in Olymp, Kosmos und Uranos (Stob. I. p. 488. Philolaos S. 94—102) bezieht sich auf die verschiedenen Regionen, welche den Heerd des Weltalls, die pythagoreische *Ἑστία τοῦ παντός*, umgeben. Die innerste Region zwischen Mond und Erde, das Gebiet des Veränderlichen, wird in dem Bruchstücke Uranos genannt. Das mittlere Gebiet, das der unveränderlich wohlgeordnet kreisenden Planeten, heißt nach einer sehr particulären Weltansicht ausschließlich Kosmos. Die äußerste Region, eine feurige, ist der Olymp. „Wenn man", bemerkt der tiefe Forscher der Sprachverwandtschaften, Bopp, *Κόσμος* von der Sanskrit-Wurzel *s'ud'*, purificari, ableitet, wie schon Pott gethan (Etymol. Forschungen Th. I. S. 39 und 252), so hat man in lautlicher Beziehung zu betrachten 1) daß das griechische *κ* in (*Κόσμος*) aus dem palatalen *s*, das Bopp durch *s'* und Pott durch *ç* ausdrücken, hervorgegangen ist, wie *δέκα*, decem, gothisch taihun, aus dem indischen das'an; 2) daß das indische *d'* regelmäßig (Vergleichende Gramm. § 99.) dem griechischen *δ* entspricht, woraus das Verhältniß von *Κόσμος* (für *Κόδμος*) zur Sfr. Wurzel *s'ud'*, wovon auch *καθαρός*, klar wird. Ein anderer indischer Ausdruck für Welt ist gagat (spr. dschagat), was eigentlich das Gehende bedeutet, als Participium von gagâmi, ich gebe (aus der Wurzel gâ)." In dem inneren Kreise des hellenischen Sprach-Zusammenhanges knüpft sich nach dem Etym. M. p. 532, 12 *Κόσμος* zunächst an *κόζω* oder vielmehr *καίνυμαι* (wovon *κεκασμένος* oder *κεκαδμένος*) an. Hiermit verbindet Welcker (Eine kretische Col. in Theben S. 23.) auch den Namen *Κάδμος*, wie bei dem Hesychius *Κάδμος* eine kretische Waffenrüstung bedeutet. — Die Römer haben bei Einführung der philosophischen Kunstsprache der Griechen ganz wie diese das mit *Κόσμος* (Frauenschmuck) ursprünglich gleichbedeutende Wort mundus zur Welt und zum Weltall umgestempelt. Ennius scheint zuerst diese Neuerung gewagt zu haben; er sagt nach einem Fragmente, das uns Macrobius (Sat. VI, 2.) in seinem Hader mit Virgil aufbewahrt hat: „Mundus coeli vastus constitit silentio", wie Cicero: „quem nos *lucentem mundum* vocamus" (Timaeus s. de univ. cap. 10.). Die Sanskrit-Wurzel mand, von der Pott (Etym. Forsch. Th. I. S. 240) das lateinische mundus ableitet, vereinigt beide Bedeutungen von glänzen und schmücken. Lôka ist im Sanskrit Welt und Menschen, wie das französische monde, und stammt, nach Bopp, von lôk, sehen und leuchten, her; auf ähnliche Weise bedeutet das slavische swjet (Grimm, Deutsche Gramm. Bd. III. S. 394) Licht und Welt. Das letzte Wort, dessen wir uns heute bedienen, althochdeutsch wëralt, altsächsisch worold, angelsächsisch wëruld, bezeichnet nach Jacob Grimm ursprünglich blos „den Zeitbegriff, saeculum (Menschenalter), nicht den räumlichen mundus." Bei den Tuskern war der offene mundus ein umgekehrtes Gewölbe, das seine Kuppel nach unten, gegen die Unterwelt hin, kehrte und dem oberen Himmelsgewölbe nachgebildet war (Otfr. Müller, Etrusker Th. II. S. 96, 98 und 143). Die Welt im engeren tellurischen Sinne erscheint im Gothischen als der vom Meer (marei, meri, umgürtete Erdkreis, als merigard, ein Meergarten.

kannte Verfaſſer des Buches de Mundo, das lange dem Ariſtoteles zugeſchrieben wurde, das Wort definirt hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen. Durch Nachahmungsſucht der ſpät philoſophirenden Römer wurde das Wort mundus, welches bei ihnen Schmuck, nicht einmal Ordnung, bezeichnete, zu der Bedeutung von Weltall umgeſtempelt. Die Einführung eines ſolchen Kunſtausdruckes in die lateiniſche Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechiſchen Kosmos, in zweifachem Sinne gebraucht, iſt wahrſcheinlich dem Ennius *) zuzuſchreiben, einem Anhänger der italiſchen Schule, dem Ueberſetzer pythagoreiſcher Philoſopheme des Epicharmus oder eines Nachahmers deſſelben.

Wie eine phyſiſche Weltgeſchichte, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weiteſten Sinne des Worts die Veränderungen ſchildern ſollte, welche im Laufe der Zeiten der Kosmos durchwandert hat, von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die ſich auflöſen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinſten Pflanzen-Gewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Corallen-Riff allmälig und fortſchreitend bedeckt; ſo ſchildert dagegen die phyſiſche Weltbeſchreibung das Zuſammen-Beſtehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieſer Kräfte ſind. Das Seiende iſt aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem Werden abſolut zu ſcheiden: denn nicht das Organiſche allein iſt ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen, das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium ſeiner Exiſtenz, an die früher durchlaufenen Zuſtände. So enthalten die über einander gelagerten Steinſchichten, aus denen der größere Theil der äußeren Erdrinde beſteht, die Spuren einer faſt gänzlich untergegangenen Schöpfung; ſie verkünden eine Reihe von Bildungen, die ſich gruppenweiſe erſetzt haben; ſie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die Faunen und Floren der verfloſſenen Jahrtauſende. In dieſem Sinne wären Naturbeſchreibungen und Naturgeſchichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognoſt kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit faſſen. Beide durchdringen und verſchmelzen ſich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der Etymologe in dem dermaligen Zuſtande grammatiſcher Formen ihr Werden und progreſſives Geſtalten, ja die ganze ſprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgeſpiegelt findet. In der materiellen Welt aber iſt dieſe Abſpiegelung des Geweſenen um ſo klarer, als wir analoge Producte unter unſeren Augen ſich bilden ſehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beiſpiel der Geognoſie zu entlehnen, beleben Trachyt-Kegel, Baſalt, Bimsſtein-Schichten und ſchlackige Mandelſteine auf eigenthümliche Weiſe die Landſchaft. Sie wirken auf unſere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form iſt ihre Geſchichte.

Das Sein wird in ſeinem Umfang und inneren Sein vollſtändig erſt als ein Gewordenes erkannt. Von dieſer urſprünglichen Verſchmelzung der Begriffe zeugt das claſſiſche Alterthum in dem Gebrauche des Worts: Hiſtorie bei Griechen und Römern. Wenn auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus †) giebt, ſo iſt doch in den zoologiſchen Schriften des Ariſtoteles Hiſtorie eine Erzählung von dem Erforſchten, dem ſinnlich Wahrgenommenen. Die phyſiſche Weltbeſchreibung des älteren Plinius führt den Titel einer Historia naturalis; in den Briefen des Neffen wird ſie edler eine „Geſchichte der Natur" genannt. Im claſſiſchen Alterthum trennen die früheſten Hiſtoriker noch wenig die Länderbeſchreibung von der Darſtellung der Begebenheiten, deren Schauplatz die beſchriebenen Länder geweſen ſind. Phyſiſche Geographie und Geſchichte erſcheinen lange anmuthig gemiſcht, bis das wachſende politiſche Intereſſe und ein vielbewegtes Staatsleben das erſte Element verdrängten, das nun in eine abgeſonderte Disciplin überging.

*) Ueber den Ennius ſ. die ſcharfſinnigen Unterſuchungen von Leopold Krahner in deſſen Grundlinien zur Geſchichte des Verfalls der römiſchen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrſcheinlich ſchöpfte Ennius nicht aus den Epicharmiſchen Stücken ſelbſt, ſondern aus Gedichten, die unter dem Namen des Epicharmus und im Sinne ſeines Syſtems geſchrieben waren.

†) Gell. Noct. att. V, 18.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann, meiner Einsicht nach, bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt werden. Erfahrungswissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen ist nicht zu erschöpfen; keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Erscheinungen zu übersehen. Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgesetze. Je mehr die physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich auch die Kreise dieses Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten Ansichten der Processe, welche sowohl im festen Erdkörper als in der Atmosphäre von electromagnetischen Kräften, von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhangen; glänzende Beweise die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alles Entstehende vorher angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entsteht. In der Verallgemeinerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isolirtere Gruppen von Phänomenen zu beherrschen scheinen, giebt es mannigfaltige Abstufungen. Die Herrschaft der erkannten Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarheit, so lange die Forschungen auf gleichartige, unter sich verwandte Massen gerichtet sind. Wo aber die dynamischen Ansichten, die sich dazu nur auf bildliche atomistische Voraussetzungen gründen, nicht ausreichen, weil die specifische Natur der Materie und ihre Heterogeneität im Spiel sind, da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens strebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart sich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Gesetzliche numerischer Verhältnisse, welches der Scharfsinn der neueren Chemiker so glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomistischer Vorstellungsweisen erkannt hat, bleibt bis jetzt isolirt, ununterworfen den Gesetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche sich alle unmittelbare Wahrnehmung beschränkt, können logisch in Classen und Gattungen geordnet werden. Solche Anordnungen führen, wie ich schon oben tadelnd bemerkte, als ein naturbeschreibender Theil, den anmaßenden Titel von Natur-Systemen. Sie erleichtern freilich das Studium der organischen Gebilde und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichnisse gewähren sie nur ein formelles Band; sie bringen mehr Einheit in die Darstellung, als in die Erkenntniß selbst. Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturgesetze, je nachdem sie größere oder kleinere Gruppen von Erscheinungen, weitere oder engere Kreise organischer Gestaltung und Gliederung umfassen, so giebt es auch Abstufungen im empirischen Forschen. Es beginnt dasselbe von vereinzelten Anschauungen, die man gleichartig sondert und ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeschritten zum Experimentiren, zum Hervorrufen der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, nach leitenden Hypothesen, d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zusammenhange der Natur-Kräfte. Was durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien und Induction gegründet, zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Das sind die Phasen, gleichsam die Momente, welche der beobachtende Verstand durchläuft und die in der Geschichte des Naturwissens der Völker besondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantitative, Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe, und qualitative, stoffartige Beschaffenheiten. Die erstere, zugänglichere Form gehört dem mathematischen, die zweite dem chemischen Wissen an. Um die Erscheinungen dem Calcul zu unterwerfen, wird die Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, Lage und Polarität, die Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von imponderablen Stoffen und von eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben die Ansicht der Natur.

Unter so verschiedenartigen Bedingnissen und Formen des Erkennens bewegt sich träge die schwere Last unseres angehäuften und jetzt so schnell anwachsenden empirischen Wissens. Die grübelnde Vernunft versucht muthvoll und mit wechselndem Glücke, die alten Formen zu zerbrechen, durch welche man den widerstrebenden Stoff wie durch mechanische Constructionen und Sinnbilder, zu beherrschen gewohnt ist.

Wir sind noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo es möglich sein könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Es darf zweifelhaft genannt werden, ob dieser Zeitpunkt je herannahen wird. Die Complication des Problems und die Unermeßlichkeit des Kosmos vereiteln fast die Hoffnung dazu. Wenn uns aber auch das Ganze unerreichbar ist, so bleibt doch die theilweise Lösung des Problems, das Streben nach dem Verstehen der Welterscheinungen der höchste und ewige Zweck aller Naturforschung. Dem Charakter meiner früheren Schriften, wie der Art meiner Beschäftigungen treu, welche Versuchen, Messungen, Ergründung von Thatsachen gewidmet waren, beschränke ich mich auch in diesem Werke auf eine empirische Betrachtung. Sie ist der alleinige Boden, auf dem ich mich weniger unsicher zu bewegen verstehe. Diese Behandlung einer empirischen Wissenschaft, oder vielmehr eines Aggregats von Kenntnissen, schließt nicht aus die Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen, die Verallgemeinerung des Besonderen, das stete Forschen nach empirischen Naturgesetzen. Ein denkendes Erkennen, ein vernunftmäßiges Begreifen des Universums würden allerdings ein noch erhabeneres Ziel darbieten. Ich bin weit davon entfernt, Bestrebungen, in denen ich mich nicht versucht habe, darum zu tadeln, weil ihr Erfolg bisher sehr zweifelhaft geblieben ist. Mannigfaltig mißverstanden, und ganz gegen die Absicht und den Rath der tiefsinnigen und mächtigen Denker, welche diese schon dem Alterthum eigenthümlichen Bestrebungen wiederum angeregt, haben naturphilosophische Systeme, eine kurze Zeit lang, in unserem Vaterlande, von den ernsten und mit dem materiellen Wohlstande der Staaten so nahe verwandten Studien mathematischer und physikalischer Wissenschaften abzulenken gedroht. Der berauschende Wahn des errungenen Besitzes, eine eigene, abenteuerlich-symbolisirende Sprache, ein Schematismus, enger, als ihn je das Mittelalter der Menschheit angezwängt, haben, in jugendlichem Mißbrauch edler Kräfte, die heiteren und kurzen Saturnalien eines rein-ideellen Naturwissens bezeichnet. Ich wiederhole den Ausdruck: Mißbrauch der Kräfte; denn ernste, der Philosophie und der Beobachtung gleichzeitig zugewandte Geister sind jenen Saturnalien fremd geblieben. Der Inbegriff von Erfahrungskenntnissen und eine in allen ihren Theilen ausgebildete Philosophie der Natur (falls eine solche Ausbildung je zu erreichen ist) können nicht in Widerspruch treten, wenn die Philosophie der Natur, ihrem Versprechen gemäß, das vernunftmäßige Begreifen der wirklichen Erscheinungen im Weltall ist. Wo der Widerspruch sich zeigt, liegt die Schuld entweder in der Hohlheit der Speculation oder in der Anmaßung der Empirie, die mehr durch die Erfahrung erwiesen glaubt, als durch dieselbe begründet ward.

Man mag nun die Natur dem Bereich des Geistigen entgegensetzen, als wäre das Geistige nicht auch in dem Naturganzen enthalten, oder man mag die Natur der Kunst entgegenstellen, letztere in einem höheren Sinne als den Inbegriff aller geistigen Productionskraft der Menschheit betrachtet; so müssen diese Gegensätze doch nicht auf eine solche Trennung des Physischen vom Intellectuellen führen, daß die Physik der Welt zu einer bloßen Anhäufung empirisch gesammelter Einzelheiten herabsinke. Wissenschaft fängt erst an, wo der Geist sich des Stoffes bemächtigt, wo versucht wird, die Masse der Erfahrungen einer Vernunfterkenntniß zu unterwerfen; sie ist der Geist, zugewandt zu der Natur. Die Außenwelt existirt aber nur für uns, indem wir sie in uns aufnehmen, indem sie sich in uns zu einer Naturanschauung gestaltet. So geheimnißvoll unzertrennlich als Geist und Sprache, der Gedanke und das befruchtende Wort

ſind, eben ſo ſchmilzt, uns ſelbſt gleichſam unbewußt, die Außenwelt mit dem Innerſten im Menſchen, mit dem Gedanken und der Empfindung zuſammen. „Die äußerlichen Erſcheinungen werden ſo," wie Hegel ſich in der Philoſophie der Geſchichte ausdrückt, „in die innerliche Vorſtellung überſetzt." Die objective Welt, von uns gedacht, in uns reflectirt, wird den ewigen, nothwendigen, alles bedingenden Formen unſerer geiſtigen Exiſtenz unterworfen. Die intellectuelle Thätigkeit übt ſich dann an dem durch die ſinnliche Wahrnehmung überkommenen Stoffe. Es liegt daher ſchon im Jugendalter der Menſchheit, in der einfachſten Betrachtung der Natur, in dem erſten Erkennen und Auffaſſen eine Anregung zu naturphiloſophiſchen Anſichten. Dieſe Anregung iſt verſchieden, mehr oder minder lebhaft, nach der Gemüthsſtimmung, der nationalen Individualität und dem Culturzuſtande der Völker. Eine Geiſtesarbeit beginnt, ſobald, von innerer Nothwendigkeit getrieben, das Denken den Stoff ſinnlicher Wahrnehmungen aufnimmt.

Die Geſchichte hat uns die vielfach gewagten Verſuche aufbewährt, die Welt der phyſiſchen Erſcheinungen in ihrer Vielheit zu begreifen, eine einige, das ganze Univerſum durchdringende, bewegende, entmiſchende Weltkraft zu erkennen. Dieſe Verſuche ſteigen in der claſſiſchen Vorzeit zu den Phyſiologien und Urſtoff-Lehren der ioniſchen Schule hinauf, wo bei wenig ausgedehnter Empirie (bei einem dürftigen Material von Thatſachen) das ideelle Beſtreben, die Naturerklärungen aus reiner Vernunft-Erkenntniß, vorherrſchten. Je mehr aber während einer glänzenden Erweiterung aller Naturwiſſenſchaften das Material des ſicheren empiriſchen Wiſſens anwuchs, deſto mehr erkaltete allmälig der Trieb, das Weſen der Erſcheinungen und ihre Einheit, als ein Naturganzes, durch Conſtruction der Begriffe aus der Vernunft-Erkenntniß abzuleiten. In der uns nahen Zeit hat der mathematiſche Theil der Naturphiloſophie ſich einer großen und herrlichen Ausbildung zu erfreuen gehabt. Die Methoden und das Inſtrument (die Analyſe) ſind gleichzeitig vervollkommnet worden. Was ſo auf vielfachen Wegen durch ſinnige Anwendung atomiſtiſcher Prämiſſen, durch allgemeineren und unmittelbareren Contract mit der Natur, durch das Hervorrufen und Ausbilden neuer Organe errungen worden iſt, ſoll, wie im Alterthume, ſo auch jetzt, ein gemeinſames Gut der Menſchheit, der freieſten Bearbeitung der Philoſophie in ihren wechſelnden Geſtaltungen nicht entzogen werden. Bisweilen iſt freilich die Unverſehrtheit des Stoffes in dieſer Bearbeitung einige Gefahr gelaufen; und in dem ſteten Wechſel ideeller Anſichten iſt es wenig zu verwundern, wenn, wie ſo ſchön im Bruno*) geſagt wird, „viele die Philoſophie nur meteoriſcher Erſcheinungen fähig halten und daher auch die größeren Formen, in denen ſie ſich geoffenbart hat, das Schickſal der Kometen bei dem Volke theilen, das ſie nicht zu den bleibenden und ewigen Werken der Natur, ſondern zu den vergänglichen Erſcheinungen feuriger Dünſte zählt."

Mißbrauch oder irrige Richtungen der Geiſtesarbeit müſſen aber nicht zu der, die Intelligenz entehrenden Anſichten führen, als ſei die Gedankenwelt, ihrer Natur nach, die Region phantaſtiſcher Truggebilde; als ſei der ſo viele Jahrhunderte hindurch geſammelte überreiche Schatz empiriſcher Anſchauung von der Philoſophie, wie von einer feindlichen Macht, bedroht. Es geziemt nicht dem Geiſte unſerer Zeit, jede Verallgemeinerung der Begriffe, jeden, auf Induction und Analogien gegründeten Verſuch, tiefer in die Verkettung der Natur-Erſcheinungen einzudringen, als bodenloſe Hypotheſe zu verwerfen, und unter den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Menſchen ausgeſtattet hat, bald die nach einem Cauſal-Zuſammenhang grübelnde Vernunft, bald die regſame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.

*) Schelling's Bruno über das göttliche und natürliche Princip der Dinge, S. 181.

Naturgemälde.

Allgemeine Ueberſicht der Erſcheinungen.

Wenn der menſchliche Geiſt ſich erkühnt, die Materie, d. h. die Welt phyſiſcher Erſcheinungen zu beherrſchen, wenn er bei denkender Betrachtung des Seienden die reiche Fülle des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen Kräfte zu durchdringen ſtrebt; ſo fühlt er ſich zu einer Höhe gehoben, von der herab, bei weit hinſchwindendem Horizonte, ihm das Einzelne nur gruppenweiſe vertheilt, wie umfloſſen von leichtem Dufte erſcheint. Dieſer bildliche Ausdruck iſt gewählt, um den Standpunkt zu bezeichnen, aus dem wir hier verſuchen das Univerſum zu betrachten und in ſeinen beiden Sphären, der himmliſchen und der irdiſchen, anſchaulich darzuſtellen. Das Gewagte eines ſolchen Unternehmens habe ich nicht verkannt. Unter allen Formen der Darſtellung, denen dieſe Blätter gewidmet ſind, iſt der Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes um ſo ſchwieriger, als wir der Entfaltung geſtaltenreicher Mannigfaltigkeit nicht unterliegen, und nur bei großen, in der Wirklichkeit oder in dem ſubjectiven Ideenkreiſe geſchiedenen Maſſen verweilen ſollen. Durch Trennung und Unterordnung der Erſcheinungen, durch ahnungsvolles Eindringen in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendigkeit des Ausdrucks, in dem die ſinnliche Anſchauung ſich naturwahr ſpiegelt, können wir verſuchen das All (τὸ πᾶν) zu umfaſſen und zu beſchreiben, wie es die Würde des großartigen Wortes Kosmos, als Univerſum, als Weltordnung, als Schmuck des Geordneten, erheiſcht. Möge dann die unermeßliche Verſchiedenartigkeit der Elemente, die in ein Naturbild ſich zuſammendrängen, dem harmoniſchen Eindruck von Ruhe und Einheit nicht ſchaden, welcher der letzte Zweck einer jeden literariſchen oder rein künſtleriſchen Compoſition iſt.

Wir beginnen mit den Tiefen des Weltraums und der Region der fernſten Nebelflecke, ſtufenweiſe herabſteigend durch die Sternſchicht, der unſer Sonnenſyſtem angehört, zu dem luft- und meerumfloſſenen Erdſphäroid, ſeiner Geſtaltung, Temperatur und magnetiſchen Spannung, zu der Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, ſich an ſeiner Oberfläche entfaltet. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die ungemeſſenen Himmelsräume, wie die mikroſcopiſchen kleinen Organismen des Thier- und Pflanzenreichs, welche unſere ſtehenden Gewäſſer und die verwitternde Rinde der Felſen bewohnen. Alles Wahrnehmbare, das ein ſtrenges Studium der Natur nach jeglicher Richtung bis zur jetzigen Zeit erforſcht hat, bildet das Material, nach welchem die Darſtellung zu entwerfen iſt; es enthält in ſich das Zeugniß ihrer Wahrheit und Treue. Ein beſchreibendes Naturgemälde, wie wir es in dieſen Prolegomenen aufſtellen, ſoll aber nicht bloß dem Einzelnen nachſpüren; es bedarf nicht zu ſeiner Vollſtändigkeit der Aufzählung aller Lebensgeſtalten, aller Naturdinge und Naturproceſſe. Der Tendenz endloſer Zerſplitterung des Erkannten und Geſammelten widerſtrebend, ſoll der ordnende Denker trachten, der Gefahr der empiriſchen Fülle zu entgehen. Ein anſehnlicher Theil der qualitativen Kräfte der Materie oder, um naturphiloſophiſcher zu reden, ihrer qualitativen Kraftäußerungen iſt gewiß noch unentdeckt. Das Auffinden der Einheit in der Totalität bleibt daher ſchon deshalb unvollſtändig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß liegt, wie mit Wehmuth gemiſcht, in dem aufſtrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiſte die Sehnſucht nach noch nicht aufgeſchloſſenen, unbekannten Regionen des Wiſſens. Eine ſolche Sehnſucht knüpft feſter das Band, welches, nach alten, das Innerſte der Gedankenwelt beherrſchenden

Gesetzen, alles Sinnliche an das Unsinnliche kettet; sie belebt den Verkehr zwischen dem, „was das Gemüth von der Welt erfaßt, und dem, was es aus seinen Tiefen zurückgiebt."

Ist demnach die Natur (Inbegriff der Naturdinge und Naturerscheinungen), ihrem Umfang und Inhalte nach, ein Unendliches, so ist sie auch für die intellectuellen Anlagen der Menschheit ein nicht zu fassendes und in allgemeiner ursachlicher Erkenntniß von dem Zusammenwirken aller Kräfte ein unauflösbares Problem. Ein solches Bekenntniß geziemt da, wo das Sein und Werden nur der unmittelbaren Forschung unterworfen bleibt, wo man den empirischen Weg und eine strenge inductorische Methode nicht zu verlassen wagt. Wenn aber auch das ewige Streben, die Totalität zu umfassen, unbefriedigt bleibt, so lehrt uns dagegen die Geschichte der Weltanschauung, welche einem anderen Theile dieser Prolegomenen vorbehalten bleibt, wie in dem Lauf der Jahrhunderte die Menschheit zu einer partiellen Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen allmälig gelangt ist. Meine Pflicht ist es, das gleichzeitig Erkannte nach dem Maaß und in den Schranken der Gegenwart übersichtlich zu schildern. Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck, ja der Ausdruck physischer Gesetze; sie zeigen uns das Stetige in dem Wechsel und in der Flucht der Erscheinungen; so ist z. B. der Fortschritt der neueren messenden und wägenden Physik vorzugsweise durch Erlangung und Berichtigung der mittleren Werthe gewisser Größen bezeichnet; so treten wiederum, wie einst in der italischen Schule, doch in erweitertem Sinne, die einzigen in unsrer Schrift übrig gebliebenen und weit verbreiteten hieroglyphischen Zeichen, die Zahlen, als Mächte des Kosmos auf.

Den ernsten Forscher erfreut die Einfachheit numerischer Verhältnisse, durch welche die Dimensionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkörper und ihre periodische Störungen, die dreifachen Elemente des Erdmagnetismus, der mittlere Druck des Luftmeeres, und die Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die Sonne in jedem Jahre und in jedem Theile des Jahres über die einzelnen Punkte der festen oder flüssigen Oberfläche unsers Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdichter, unbefriedigt der Sinn der neugierigen Menge. Beiden erscheint heute die Wissenschaft wie verödet, da sie viele der Fragen mit Zweifel oder gar als unauflöslich zurückweist, die man ehemals beantworten zu können wähnte. In ihrer strengeren Form, in ihrem engeren Gewande ist sie der verführerischen Anmuth beraubt, durch welche früher eine dogmatische und symbolisirende Physik die Vernunft zu täuschen, die Einbildungskraft zu beschäftigen wußte. Lange vor der Entdeckung der Neuen Welt glaubte man, von den canarischen Inseln oder den Azoren aus Länder in Westen zu sehen. Es waren Trugbilder, nicht durch eine ungewöhnliche Brechung der Lichtstrahlen, nur durch Sehnsucht nach der Ferne, nach dem Jenseitigen erzeugt. Solchen Reiz täuschender Luftgebilde bot die Naturphilosophie der Griechen, die Physik des Mittelalters, und selbst die der späteren Jahrhunderte, in reichem Maaße dar. An der Grenze des beschränkten Wissens, wie von einem hohen Inselufer aus, schweift gern der Blick in ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche und Wundervolle giebt bestimmte Umrisse jedem Erzeugniß idealer Schöpfung, und das Gebiet der Phantasie, ein Wunderland kosmologischer, geognostischer und magnetischer Träume, wird unaufhaltsam mit dem Gebiete der Wirklichkeit verschmolzen.

Natur, in der vielfachen Deutung des Wortes, bald als Totalität des Seienden und Werdenden, bald als innere, bewegende Kraft, bald als das geheimnißvolle Urbild aller Erscheinungen aufgefaßt, offenbart sich dem einfachen Sinn und Gefühle des Menschen vorzugsweise als etwas Irdisches, ihm näher Verwandtes. Erst in den Lebenskreisen der organischen Bildung erkennen wir recht eigentlich unsere Heimath. Wo der Erde Schooß ihre Blüthen und Früchte entfaltet, wo er die zahllosen Geschlechter der Thiere nährt, da tritt das Bild der Natur lebendiger vor unsre Seele. Es ist zunächst auf das Tellurische beschränkt; der glanzvolle Sternenteppich, die weiten Himmelsräume gehören einem Welt-

gemälde an, in dem die Größe der Massen, die Zahl zusammengedrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unsere Bewunderung und unser Staunen erregen, dem wir uns aber, bei scheinbarer Verödung, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organischen Lebens, wie entfremdet fühlen. So sind denn auch nach den frühesten physikalischen Ansichten der Menschheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, von einander getrennt geblieben. Sollte demnach ein Naturbild bloß den Bedürfnissen sinnlicher Anschauung entsprechen, so müßte es mit der Beschreibung des heimischen Bodens beginnen. Es schilderte zuerst den Erdkörper in seiner Größe und Form, in seiner, mit der Tiefe zunehmenden Dichtigkeit und Wärme, in seinen über einander gelagerten, starren und flüssigen Schichten; es schilderte die Scheidung von Meer und Land, das Leben, das in beiden als zelliges Gewebe der Pflanzen und Thiere sich entwickelt; den wogenden, stromreichen Luftocean, von dessen Boden waldgekrönte Bergketten wie Klippen und Untiefen aufsteigen. Nach dieser Schilderung der rein tellurischen Verhältnisse erhöbe sich der Blick zu den Himmelsräumen; die Erde, der uns wohlbekannte Sitz organischer Gestaltungsprocesse, würde nun als Planet betrachtet. Er träte in die Reihe der Weltkörper, die um einen der zahllosen selbstleuchtenden Sterne kreisen. Diese Folge der Ideen bezeichnet den Weg der ersten sinnlichen Anschauungsweise, sie mahnet fast noch an die alte „meerumflossene Erdscheibe," welche den Himmel trug; sie geht von dem Standort der Wahrnehmung, von dem Bekannten und Nahen zum Unbekannten und Fernen über. Sie entspricht der in mathematischer Hinsicht zu empfehlenden Methode unsrer astronomischen Lehrbücher, welche von den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zu den wirklichen übergeht.

In einem Werke aber, welches das bereits Erkannte, selbst das, was in dem dermaliger Zustande unseres Wissens für gewiß, oder nach verschiedenen Abstufungen für wahrscheinlich gehalten wird, aufzählen, nicht die Beweise liefern soll, welche die erzielten Resultate begründen, ist ein anderer Ideengang vorzuziehen. Hier wird nicht mehr von dem subjectiven Standpunkte, von dem menschlichen Interesse ausgegangen. Das Irdische darf nur als ein Theil des Ganzen, als diesem untergeordnet erscheinen. Die Naturansicht soll allgemein, sie soll groß und frei, nicht durch Motive der Nähe, des gemüthlicheren Antheils, der relativen Nützlichkeit beengt sein. Eine physische Weltbeschreibung, ein Weltgemälde beginnt daher nicht mit dem Tellurischen, sie beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Aber indem sich die Sphären der Anschauung räumlich verengen, vermehrt sich der individuelle Reichthum des Unterscheidbaren, die Fülle physischer Erscheinungen, die Kenntniß der qualitativen Heterogeneität der Stoffe. Aus den Regionen, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitationsgesetze erkennen, steigen wir dann zu unserem Planeten, zu dem verwickelten Spiel der Kräfte im Erdeleben herab. Die hier geschilderte naturbeschreibende Methode ist der, welche Resultate begründet, entgegengesetzt. Die eine zählt auf, was auf dem anderen Wege erwiesen worden ist.

Durch Organe nimmt der Mensch die Außenwelt in sich auf. Lichterscheinungen verkünden uns das Dasein der Materie in den fernsten Himmelsräumen. Das Auge ist das Organ der Weltanschauung. Die Erfindung des telescopischen Sehens hat seit drittehalb Jahrhunderten den späteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht ist. Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Weträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie, des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Betrachten wir zuerst die Nebelflecke, den in bestimmte Formen geschiedenen Weltdunst, so scheint derselbe in steter Veränderung seines Aggregat-Zustandes begriffen. Er tritt auf, scheinbar in kleinen Dimensionen, als runde oder elliptische Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch

einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmesser ist er vielgestaltet, langgestreckt, oder in mehrere Zweige auslaufend, als Fächer oder scharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt diese Nebelflecke mannigfaltigen, fortschreitenden Gestaltungs-Processen unterworfen, je nachdem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne nach Attractions-Gesetzen verdichtet. Fast drittehalbtausend solcher unauflöslichen Nebelflecke, in denen die mächtigsten Fernröhre keine Sterne unterscheiden, sind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage bestimmt worden.

Die genetische Entwickelung, die perpetuirliche Fortbildung, in welcher dieser Theil der Himmelsräume begriffen scheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organischer Erscheinungen geleitet. Wie wir in unsern Wäldern dieselbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachsthums sehen, und aus diesem Anblick, aus dieser Coexistenz den Eindruck fortschreitender Lebens-Entwicklung schöpfen, so erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verschiedensten Stadien allmäliger Sternbildung. Der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ionische Schule lehrte, scheint hier gleichsam unter unsern Augen vorzugehen. Dieser Gegenstand des Forschens und Ahnens ist vorzugsweise anziehend für die Einbildungskraft. Was in den Kreisen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls so unaussprechlich fesselt, ist minder noch die Erkenntniß des Seins, als die des Werdens; sei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Thathandlung, vom Entstehen, als „Anfang des Seins nach dem Nichtsein," haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zustand des schon materiell Vorhandenen.

Nicht bloß durch Vergleichung der verschiednen Entwicklungs-Momente, in denen sich die gegen ihr Inneres mehr oder minder verdichteten Nebelflecke zeigen, auch durch unmittelbare auf einander folgende Beobachtungen hat man geglaubt, zuerst in der Andromeda, später im Schiffe Argo und in dem isolirten faserigen Theile des Orion-Nebels wirkliche Gestaltveränderungen zu bemerken. Ungleichheit der Lichtstärke in den angewandten Instrumenten, verschiedene Zustände unseres Luftkreises, und andere optische Verhältnisse machen freilich einen Theil der Resultate als wahrhaft historische Ergebnisse zweifelhaft.

Mit den eigentlichen vielgestalteten Nebelflecken, deren einzelne Theile einen ungleichen Glanz haben und die mit abnehmendem Umfang sich vielleicht zuletzt in Sterne concentriren, mit sogenannten planetarischen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Theilen eine völlig gleiche milde Intensität des Lichtes zeigen, sind nicht die Nebelsterne zu verwechseln. Hier proficiren sich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligem Grunde; nein, die dunstförmige Materie, der Lichtnebel bildet Eine Masse mit dem von ihm umgebenen Gestirne. Bei der oft sehr beträchtlichen Größe ihres scheinbaren Durchmessers und der Ferne, in der sie aufglimmen, müssen beide, die planetarischen Nebelflecke sowohl als die Nebelsterne, ungeheure Dimensionen haben. Neue und scharfsinnige Betrachtungen*) über den sehr verschiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intensität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmesser oder eines einzelnen selbstleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrscheinlich, daß die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen dem Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle selbst für unser teleskopisches Sehen verschwunden ist.

Die prachtvollen Zonen des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° sind besonders reich an Nebelsternen und zusammengedrängten, nicht aufzulösenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhanischen Wolken, die um den sternleeren, verödeten Südpol kreisen, erscheint besonders die größere, nach den neuesten Untersuchungen†), „als ein

---

*) Die optischen Betrachtungen über den Unterschied, welchen ein einziger leuchtender Punkt oder eine Scheibe von meßbarem Winkel darbieten, in der die Lichtstärke in jedem Abstande dieselbe bleibt, findet man entwickelt in Arago, Analyse des travaux de Sir William Herschel (Annuaire du Bureau des Long. 1842 p. 410—412 und 441).

†) Die beiden Magelhanischen Wolken, Nubecula

wunderſames Gemenge von Sternſchwärmen, von Theils kugelförmigen Haufen von Nebelſternen verſchiedener Größe, und von unauflöslichen Nebelflecken, die, eine allgemeine Helligkeit des Geſichtsfeldes hervorbringend, wie den Hintergrund des Bildes darſtellen.“ Der Anblick dieſer Wolken, des lichtſtrahlenden Schiffes Argo, der Milchſtraße zwiſchen dem Scorpion, dem Centaur und dem Kreuze, ja die landſchaftliche Anmuth des ganzen ſüdlichen Himmels haben mir einen unvergeßlichen Eindruck zurückgelaſſen. Das Zodiacallicht, das pyramidenförmig aufſteigt (ebenfalls in ſeinem milden Glanze der ewige Schmuck der Tropennächte), iſt entweder ein großer zwiſchen der Erde und Mars rotirender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrſcheinlichkeit, die äußerſte Schicht der Sonnen-Athmoſphäre ſelbſt. Außer dieſen Lichtwolken und Nebeln von beſtimmter Form verkündigen noch genaue und immer mit einander übereinſtimmende Beobachtungen die Exiſtenz und die allgemeine Verbreitung einer wahrſcheinlich nicht ſelbſt leuchtenden, unendlich fein zertheilten Materie, welche, Widerſtand leiſtend, in dem Encke'ſchen und vielleicht auch in dem Biela'ſchen Cometen durch Verminderung der Excentricität und Verkürzung der Umlaufszeit ſich offenbart. Dieſe hemmende ätheriſche und kosmiſche Materie kann als bewegt, trotz ihrer urſprünglichen Tenuität als gravitirend, in der Nähe des großen Sonnenkörpers verdichtet, ja ſeit Myriaden von Jahren, durch ausſtrömenden Dunſt der Cometenſchweife als vermehrt gedacht werden.

Gehen wir nun von der dunſtartigen Materie des unermeßlichen Himmelsraumes (οὐρανοῦ χόρτος*), wie ſie bald formlos zerſtreut und unbegrenzt, ein kosmiſcher Weltäther, bald in Nebelflecke verdichtet iſt, zu dem geballten, ſtarren Theile des Univerſums über, ſo nähern wir uns einer Claſſe von Erſcheinungen, die ausſchließlich mit dem Namen der Geſtirne oder der Sternenwelt bezeichnet wird. Auch hier ſind die Grade der Starrheit oder Dichtigkeit der geballten Materie verſchieden. Unſer eigenes Sonnenſyſtem bietet alle Stufen mittlerer Dichtigkeit (des Verhältniſſes des Volums zur Maſſe) dar. Wenn man die Planeten von Merkur bis Mars mit der Sonne und mit Jupiter, und dann dieſe letzteren zwei Geſtirne mit dem noch undichteren Saturn vergleicht, ſo gelangt man, in abſteigender Stufenleiter, um an irdiſche Stoffe zu erinnern, von der Dichtigkeit des Antimon-Metalles zu der des Honigs, des Waſſers und des Tannenholzes. In den Cometen, die den zahlreichſten Theil der individualiſirten Naturformen unſers Sonnenſyſtems ausmachen, läßt ſelbſt noch der concentrirtere Theil, welchen wir den Kopf oder Kern zu nennen pflegen, das Sternenlicht ungebrochen durch. Die Maſſe der Cometen erreicht vielleicht nie den fünftauſendſten Theil der Erdmaſſe. So verſchiedenartig zeigen ſich die Geſtaltungs-Proceſſe in dem urſprünglichen und vielleicht fortſchreitenden Ballen der Materie. Von dem allgemeinſten ausgehend, war es vorzugsweiſe nöthig, hier dieſe Verſchiedenartigkeit zu bezeichnen, nicht als ein Mögliches, ſondern als ein Wirkliches, im Weltraume Gegebenes.

---

major und minor, ſind höchſt merkwürdige Gegenſtände. Die größere Wolke iſt eine Zuſammenhäufung von Sternen, und beſteht aus Sternhaufen von unregelmäßiger Geſtalt, aus kugelförmigen Haufen und aus Nebelſternen von verſchiedener Größe und Dichtigkeit. Es liegen dazwiſchen große, nicht in Sterne auflöſende Nebelflecke, die wahrſcheinlich Sternenſtaub (star-dust) ſind, und ſelbſt mit dem zwanzigfüßigen Teleſcop nur als eine allgemeine Helligkeit des Geſichtsfeldes erſcheinen und einen glänzenden Hintergrund bilden, auf dem andere Gegenſtände von ſehr auffallender und unbegreiflicher Geſtalt zerſtreut ſind. An keinem anderen Theile des Himmels ſind auf einem ſo kleinen Raume ſo viele Nebel- und Sternhaufen zuſammengedrängt, wie in dieſer Wolke. Die Nubecula minor iſt viel weniger ſchön, ſie zeigt mehr unauflösliches, nebliges Licht, und die darin befindlichen Sternhaufen ſind geringer an Zahl und ſchwächer.“ (Aus einem Briefe von Sir John Herſchel, Feldhuyſen am Cap der guten Hoffnung, 13. Jun. 1836.)

*) Den ſchönen Ausdruck χόρτος οὐρανοῦ, welchen Heſychius einem unbekannten Dichter entlehnt, hätte ich oben bei Himmels-Garten angeführt, wenn χόρτος nicht allgemeiner einen eingeſchloſſenen Platz, und ſo den „Himmelsraum“ bezeichnete. Der Zuſammenhang mit dem germaniſchen Garten (gothiſch gards, nach Jacob Grimm von gairdan, cingere) iſt aber nicht zu verkennen, ſo wenig als die Verwandtſchaft mit dem ſlaviſchen grad, gorod und die von Pott (Etymol. Forſchungen Th. I. S. 144) bemerkte mit dem lateiniſchen chors (woher corte, cour) und dem oſſetiſchen khart. Hieran ſchließt ſich ferner das nordiſche gard, gärd (Umzäunung, dann: ein Gehöfte, Landſitz) und das perſiſche gerd, gird, Umkreis, Kreis, dann ein fürſtlicher Landſitz, Schloß oder Stadt, wie in alten Ortsnamen in Firduſi's Schahnameh: Siyawakſchgird, Darabgird u. a.

Was Wright, Kant und Lambert, nach Vernunftschlüssen, von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Vertheilung der Materie geahnet, ist durch Sir William Herschel auf dem sichreren Wege der Beobachtung und der Messung ergründet worden. Der große, begeisterte und doch so vorsichtig forschende Mann hat zuerst das Senkblei in die Tiefen des Himmels geworfen, um die Grenzen und die Form der abgesonderten Sternschicht zu bestimmen, die wir bewohnen; er hat zuerst gewagt, die Verhältnisse der Lage und des Abstandes ferner Nebelflecke zu unserer Sternschicht aufzuklären. Wilhelm Herschel hat (so sagt die schöne Grabschrift zu Upton) die Schranken des Himmels durchbrochen (caelorum perrupit claustra); wie Columbus, ist er vorgedrungen in ein unbekanntes Weltmeer, Küsten und Inselgruppen erblickend, deren letzte wahre Ortsbestimmung kommenden Jahrhunderten vorbehalten bleibt.

Betrachtungen über die verschiedene Lichtstärke der Sterne und über ihre relative Zahl, d. i. über die numerische Seltenheit oder Anhäufung in gleich großen Feldern der Fernröhre, haben auf die Annahme ungleicher Entfernung und räumlicher Vertheilung in den durch sie gebildeten Schichten geleitet. Solche Annahmen, in so fern sie zu einer Begrenzung der einzelnen Theile des Weltbaus führen sollen, können allerdings nicht denselben Grad mathematischer Gewißheit darbieten, der in allem erreicht wird, was unser Sonnensystem, was das Kreisen der Doppelsterne mit ungleicher Geschwindigkeit um einen gemeinsamen Schwerpunkt, was die scheinbare oder wirkliche Bewegung aller Gestirne betrifft. Man würde geneigt sein, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von den fernsten Nebelflecken anhebt, mit dem mythischen Theile der Weltgeschichte zu vergleichen. Beide Disciplinen beginnen im Dämmerlichte der Vorzeit, wie des unerreichbaren Raumes; und wo die Wirklichkeit zu entschwinden droht, ist die Phantasie zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben.

Vergleicht man den Weltraum mit einem der inselreichen Meere unseres Planeten, so kann man sich die Materie gruppenweise vertheilt denken: bald in unauflösliche Nebelflecke von verschiedenem Alter, um einen oder um mehrere Kerne verdichtet, bald schon in Sternhaufen oder isolirte Sporaden geballt. Unser Sternhaufen, die Weltinsel, zu der wir gehören, bildet eine linsenförmig abgeplattete, überall abgesonderte Schicht, deren große Axe zu sieben- bis achthundert, die kleine zu hundert und funfzig Siriusweiten geschätzt wird. In der Voraussetzung, daß die Parallaxe des Sirius nicht größer ist als die genau bestimmte des glänzendsten Sternes im Centaur (0″,9128), durchläuft das Licht eine Siriusweite in drei Jahren, während aus Bessel's vortrefflicher früheren Arbeit*) über die Parallaxe des merkwürdigen 61sten Sternes im Schwan (0″,3483), dessen beträchtliche eigene Bewegung auf eine große Nähe hätte schließen lassen, folgt, daß von diesem Sterne das Licht zu uns erst in 9¼ Jahren gelangt. Unsere Sternschicht, eine Scheibe von geringer Dicke, ist zu einem Drittel in zwei Arme getheilt; man glaubt, wir stehen dieser Theilung nahe, ja der Gegend des Sirius näher, als dem Sternbild des Adlers, fast in der Mitte der körperlichen Ausdehnung der Schicht, ihrer Dicke oder kleinen Axe nah.

Dieser Ort unsres Sonnensystems und die Gestaltung der ganzen Linse sind aus Stern-Aichungen, d. h. aus jenen Sternzählungen geschlossen, deren ich oben be-

*) Für α Cent. Maclear (Resultate von 1839 und 1840) in den Transact. of the astron. Soc. Vol. XII. p. 370. Wahrscheinlicher mittlerer Fehler 0″,0640; für 61 Cygni s. Bessel in Schum. Jahrbuch 1839 S. 47—49, und in Schum. Astr. Nachr. Bd. 17. S. 401, 402. Mittlerer Fehler 0″,0141. Ueber die relativen Entfernungen der Sterne verschiedener Ordnung, wie die dritter Größe wahrscheinlich dreifach entfernter sind, und wie man sich die körperliche Gestaltung der Sternschichten vorstellen solle, finde ich bei Kepler in lib. 1. p. 34—39 eine merkwürdige Stelle: „Sol hic noster nil aliud est, quam una ex fixis, nobis major et clarior visa, quia propior quam fixa. Pone terram stare ad latus, una semidiametro viae lacteae, tunc haec via lactea apparebit circulus parvus, vel ellipsis parva, tota declinans ad latus alterum; eritque simul uno intuitu conspicua, quae nunc non potest nisi dimidia conspici quovis momento. Itaque fixarum sphaera non tantum orbe stellarum, sed etiam circulo lactis versus nos deorsum est terminata."

reits erwähnte und die sich auf gleich große Abtheilungen des telescopischen Gesichtsfeldes beziehen. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verschiedenen Richtungen hin. So geben die Aichungen die Länge der Visionsradien, gleichsam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senkbleies, wenn dasselbe den Boden der Sternschicht oder richtiger gesprochen, da hier kein oben und unten ist, die äußere Begränzung erreichen soll. Das Auge sieht in der Richtung der Längenare, da wo die meisten Sterne hinter einander liegen, die letzteren dicht zusammengedrängt, wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtdunst) vereinigt, und an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, in einem dasselbe ganz umziehenden Gürtel, perspectivisch dargestellt. Der schmale und in Zweige getheilte Gürtel, von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze, weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreise ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und fast in der Ebene selbst der Milchstraße befinden. Stände unser Planetensystem fern außerhalb des Sternhaufens, so würde die Milchstraße dem bewaffneten Auge als ein Ring und, in noch größerer Ferne, als ein auflöslicher, scheibenförmiger Nebelfleck erscheinen.

Unter den vielen selbstleuchtenden ihren Ort verändernden Sonnen (irrthümlich sogenannten Fixsternen), welche unsre Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Cometen und aërolithenartigen Asteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelsonnen oder Doppelsternen), so weit sie bisher ergründet sind, herrscht nicht dieselbe planetarische Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unser Sonnensystem charakterisirt. Zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne, deren Planeten und Monde (falls sie vorhanden sind) unsrer jetzigen telescopischen Sehkraft entgehen, kreisen allerdings auch hier um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; aber dieser Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltdunst) ausgefüllten Raum, während derselbe bei unserer Sonne oft in der innersten Begrenzung eines sichtbaren Centralkörpers enthalten ist. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelsterne, unser ganzes planetarisches Sonnensystem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, so erstreckt sich die Analogie, welche eine solche Benennung hervorruft, nur auf die, Attractions-Systemen verschiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtprocessen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen.

Bei dieser Verallgemeinerung kosmischer Ansichten, welche dem Entwurf eines Natur- oder Weltgemäldes zukommt, kann das Sonnensystem, zu dem die Erde gehört, in zwiefacher Beziehung betrachtet werden: zunächst in Beziehung auf die verschiedenen Classen individualisirter geballter Materie, auf die Größe, die Gestaltung, die Dichtigkeit und den Abstand der Weltkörper desselben Systems; dann in Beziehung auf andre Theile unseres Sternhaufens, auf die Ortsveränderung der Sonne innerhalb desselben.

Das Sonnensystem, d. h. die um die Sonne kreisende sehr verschiedentlich geformte Materie, besteht nach unsrer jetzigen Kenntniß aus eilf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Cometen, deren drei (planetarische) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlassen. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit dürfen wir auch dem Gebiete unserer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erstens einen rotirenden Ring dunstartiger Materie, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn *) überschreitend und uns

*) Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes; elles doivent en continuant de circuler autour de cet astre offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de resistance sensible aux divers corps du sustème planétaire; soit à cause de leur extréme rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu prés le même que celui des planètes, qu'elles rencontrent." Laplace, Exp. du Syst. du Monde (éd. 5.) p. 415.

in Pyramidalform als Zodiacallicht sichtbar; zweitens eine Schaar von sehr kleinen Asteroiden, deren Bahnen unsre Erdbahn schneiden oder ihr sehr nahe kommen, und die Erscheinungen von Aerolithen und fallenden Sternschnuppen darbieten. Umfaßt man die Complication von Gestaltungen, die in so verschiedenen, mehr oder weniger excentrischen Bahnen um die Sonne kreisen; ist man nicht geneigt, mit dem unsterblichen Verfasser der Mécanique céleste die größere Zahl der Cometen für Nebelsterne zu halten, die von einem Centralsysteme zum anderen*) schweifen; so muß man bekennen, daß das vorzugsweise so genannte Planetensystem, d. h. die Gruppe der Weltkörper, welche in wenig excentrischen Bahnen sammt ihrem Mondgefolge um die Sonne kreisen, nicht der Masse, aber der Zahl der Individuen nach, einen kleinen Theil des ganzen Systems ausmacht.

Die telescopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres und Pallas, mit ihren unter sich verschlungenen, stark geneigten und mehr excentrischen Bahnen, hat man versucht als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilungen in unsrem Planetensysteme, gleichsam als eine mittlere Gruppe zu betrachten. Nach dieser Ansicht bietet die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) in Vergleich mit der äußeren (Jupiter, Saturn und Uranus) mehrere auffallende Contraste†) dar. Die inneren, sonnennäheren Planeten sind von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und langsam rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet, und bis auf einen gänzlich mondlos. Die äußeren, sonnenfernen Planeten sind mächtig größer, fünfmal undichter, mehr als zweimal schneller in der Umdrehungszeit um ihre Are, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 17 zu 1, wenn dem Uranus wirklich sechs Satelliten zukommen.

Diese allgemeinen Betrachtungen über gewisse charakteristische Eigenschaften ganzer Gruppen lassen sich aber nicht mit gleichem Rechte auf die einzelnen Planeten jeglicher Gruppe anwenden; nicht auf die Verhältnisse des Abstandes von dem Centralkörper zu der absoluten Größe, zu der Dichtigkeit, zu der Umdrehungszeit, zu der Excentricität, zu der Neigung der Bahnen und Aren kreisender Weltkörper. Wir kennen bisher keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, welches (wie das schöne Gesetz, das die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Aren bindet) die eben genannten sechs Elemente der Planetenkörper und der Form ihrer Bahnen von einander oder von den mittleren Entfernungen abhängig machte. Der sonnenferne Mars ist kleiner als die Erde und Venus, ja unter allen längstbekannten, größeren Planeten dem sonnennahen Merkur in dem Durchmesser am nächsten; Saturn ist kleiner als Jupiter und doch viel größer als Uranus. Die Zone der, im Volum so unbedeutenden, telescopischen Planeten liegt in einer Abstandsreihe, die von der Sonne anhebt, unmittelbar vor Jupiter, dem mächtigsten aller planetarischen Weltkörper; und doch haben mehrere dieser kleinen Asteroiden, deren Scheiben wenig meßbar sind, kaum die Hälfte mehr Oberfläche, als Frankreich, Madagascar oder Borneo. So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen‡). Uranus scheint wieder dichter als Saturn zu sein, selbst wenn man Lamont's kleinere Masse $^1/_{4605}$ annimmt; und trotz der unbeträchtlichen Dichtigkeitsverschiedenheit der innersten Planetengruppe‖) finden wir doch, zu beiden Seiten der Erde, Venus und Mars undichter, als sie selbst. Die Rotationszeit nimmt im Ganzen freilich in der Sonnenferne ab, doch ist sie im Mars größer als bei der Erde, im Saturn

*) Laplace a. a. O. S. 396 und 414.

†) Littrow, Astronomie 1825, Bd. II. S. 107. Mädler, Astr. 1841 S. 212. (Laplace a. a. O. S. 20.)

‡) Kepler über die mit den Abständen von der Sonne zunehmende Dichte und zunehmendes Volum der Planeten, indem der Centralkörper (die Sonne) als der dichteste aller Weltkörper beschrieben wird, in Epitome Astron. Copern. in VII libros digesta, 1618—1622, p. 420. Auch Leibnitz war der Meinung Kepler's und Otto's von Guericke zugethan, daß die Planeten in Verhältniß der Sonnenferne an Volum zunehmen. S. dessen Brief an den Magdeburger Bürgermeister (Mainz 1671) in Leibnitz deutschen Schriften, herausg. von Guhrauer. Th. I. S. 264.

‖) S. für die Zusammenstellung der Massen Encke in Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 488. S. 114.

größer als im Jupiter. Die stärkste Excentricität unter aller Planeten haben die elliptischen Bahnen der Juno, der Pallas und des Merkur, die kleinste Venus und die Erde, zwei unmittelbar auf einander folgende Planeten. Merkur und Venus bieten demnach dieselben Contraste dar, als man in den vier, in ihren Bahnen eng verschlungenen Asteroiden bemerkt. Die unter sich sehr gleichen Excentricitäten der Juno und Pallas sind jede dreimal stärker, als die der Ceres und Vesta. Ebenso ist es mit der Neigung der Planetenbahnen gegen die Projectionsebene der Ecliptik und mit der Stellung der Umdrehungsachsen auf ihren Bahnen, einer Stellung, von welcher mehr noch als von der Excentricität die Verhältnisse des Klima's, der Jahreszeiten und Tageslängen abhangen. Die Planeten, welche die gedehnteste elliptische Bahn zeigen, Juno, Pallas und Merkur, haben auch, aber nicht in demselben Verhältniß, die stärksten Neigungen der Bahnen gegen die Ecliptik. Die der Pallas ist cometenartig, fast 26mal größer als die Neigung des Jupiter, während daß die kleine Vesta, die der Pallas so nahe ist, den Neigungswinkel der Jupitersbahn kaum sechsmal übertrifft. Die Achsenstellungen der wenigen (4 bis 5) Planeten, deren Rotationsebene wir mit einiger Gewißheit kennen, bieten ebenfalls keine regelmäßige Reihefolge dar. Nach der Lage der Uranustrabanten zu urtheilen, deren zwei (der zweite und vierte) in den neuesten Zeiten mit Sicherheit wieder gesehen worden sind, ist die Achse des äußersten aller Planeten vielleicht kaum 11° gegen seine Bahn geneigt; und Saturn befindet sich mitten zwischen Jupiter, dessen Rotationsachse fast senkrecht steht, und dem Uranus, in welchem die Achse fast mit der Bahn zusammenfällt.

Die Welt der Gestaltungen wird in dieser Aufzählung räumlicher Verhältnisse geschildert als etwas thatsächliches, als ein Daseiendes in der Natur, nicht als Gegenstand intellectueller Anschauung, innerer, ursachlich ergründeter Verkettung. Das Planetensystem in seinen Verhältnissen von absoluter Größe und relativer Achsenstellung, von Dichtigkeit, Rotationszeit und verschiedenen Graden der Excentricität der Bahnen hat für uns nicht mehr Naturnothwendiges, als das Maaß der Vertheilung von Wasser und Land auf unserem Erdkörper, als der Umriß der Continente oder die Höhe der Bergketten. Kein allgemeines Gesetz ist in dieser Hinsicht in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten der Erdrinde aufzufinden. Es sind Thatsachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, einst unter unbekannten Bedingungen wirkender Kräfte. Zufällig aber erscheint dem Menschen in der Planetenbildung, was er nicht genetisch zu erklären vermag. Haben sich die Planeten aus einzelnen um die Sonne kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet, so können die verschiedene Dicke, die ungleichförmige Dichtigkeit, die Temperatur und die electro-magnetische Spannung dieser Ringe zu den verschiedensten Gestaltungen der geballten Materie, wie das Maaß der Wurfgeschwindigkeit und kleine Abänderungen in der Richtung des Wurfes zu den mannigfaltigsten Formen und Neigungen der elliptischen Bahnen Anlaß gegeben haben. Massenanziehungen und Gravitationsgesetze haben gewiß hier, wie in den geognostischen Verhältnissen der Continentalerhebungen, gewirkt; aber aus der gegenwärtigen Form der Dinge ist nicht auf die ganze Reihe der Zustände zu schließen, welche sie bis zu ihrer Entstehung durchlaufen haben. Selbst das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von der Sonne, die Progression, aus deren fehlendem Gliede schon Kepler die Existenz eines die Lücke ausfüllenden Planeten zwischen Mars und Jupiter ahnete, ist als numerisch ungenau für die Distanzen zwischen Merkur, Venus und Erde, und, wegen des supponirten ersten Gliedes, als gegen die Begriffe einer Reihe streitend befunden worden.

Die elf bisher entdeckten, um unsere Sonne kreisenden Hauptplaneten finden sich gewiß von 14, wahrscheinlich von 18 Nebenplaneten (Monden, Satelliten) umgeben. Die Hauptplaneten sind also wiederum Centralkörper für untergeordnete Systeme. Wir erkennen hier in dem Weltbau gleichsam denselben Gestaltungsproceß, den uns so oft die Entfaltung des organischen Lebens, bei vielfach zusammengesetzten Thier- und Pflanzengruppen, in der

typischen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die Nebenplaneten oder Monde werden häufiger in der äußeren Region des Planetensystems, jenseits der in sich verschlungenen Bahnen der sogenannten kleinen Planeten. Diesseits sind alle Hauptplaneten mondlos, die einzige Erde abgerechnet, deren Satellit verhältnißmäßig sehr groß ist, da sein Durchmesser den vierten Theil des Erddurchmessers ausmacht, während daß der größte aller bekannten Monde, der sechste der Saturnstrabanten, vielleicht $^1/_{47}$, und der größte aller Jupiterstrabanten, der dritte, dem Durchmesser nach, nur $^1/_{26}$ ihres Hauptplaneten oder Centralkörpers sind. Die mondreichsten Planeten findet man unter den fernsten, welche zugleich die größern, die sehr undichten und sehr abgeplatteten sind. Nach den neuesten Messungen von Mädler hat Uranus die stärkste aller planetarischen Abplattungen, $^1/_{9,00}$. Bei der Erde und ihrem Monde, deren mittlere Entfernung von einander 51800 geographische Meilen beträgt, ist die Differenz*) der Massen und der Durchmesser beider Weltkörper weit geringer, als wir sie sonst bei Haupt- und Nebenplaneten und Körpern verschiedener Ordnung im Sonnensysteme anzutreffen gewohnt sind. Während die Dichtigkeit des Erdtrabanten $^5/_9$ geringer als die der Erde selbst ist, scheint, falls man den Bestimmungen der Größen und Massen hinlänglich trauen darf, unter den Monden, welche den Jupiter begleiten, der zweite dichter als der Hauptplanet zu sein.

Von den 14 Monden, deren Verhältnisse mit einiger Gewißheit ergründet worden sind, bietet das System der sieben Saturnstrabanten die Beispiele des beträchtlichsten Contrastes in der absoluten Größe und in den Abständen von dem Hauptplaneten dar. Der sechste Saturns-Satellit ist wahrscheinlich nicht viel kleiner als Mars, während unser Erdmond genau nur den halben Durchmesser dieses Planeten hat. Am nächsten steht, dem Volum nach, den beiden äußersten (dem sechsten und siebenten) Saturnstrabanten der dritte und hellste unter den Jupitersmonden. Dagegen gehören die durch das 40füßige Teleskop im Jahr 1789 von Wilhelm Herschel entdeckten, von John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Vico zu Rom und von Lamont zu München wiedergesehenen zwei innersten Saturnstrabanten, vielleicht neben den so fernen Uranusmonden, zu den kleinsten und nur unter besonders günstigen Umständen in den mächtigsten Fernröhren sichtbaren Weltkörpern unseres Sonnensystems. Alle Bestimmungen der wahren Durchmesser der Satelliten, ihre Herleitung aus der Messung der scheinbaren Größe kleiner Scheiben sind vielen optischen Schwierigkeiten unterworfen; und die rechnende Astronomie, welche die Bewegungen der Himmelskörper, wie sie sich uns von unserm irdischen Standpunkte aus darstellen werden, numerisch vorher bestimmt, ist allein um Bewegung und Masse, wenig aber um die Volume bekümmert.

Der absolute Abstand eines Mondes von seinem Hauptplaneten ist am größten in dem äußersten oder siebenten Saturnstrabanten. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über eine halbe Million geographischer Meilen, zehnmal so viel, als die Entfernung unseres Mondes von der Erde. Bei dem Jupiter ist der Abstand des äußersten (vierten) Trabanten nur 260000 Meilen; bei dem Uranus aber, falls der sechste Trabant wirklich vorhanden ist, erreicht er 340000 Meilen. Vergleicht man in jedem dieser untergeordneten Systeme das Volum des Hauptplaneten mit der Entfernung der äußersten Bahn, in welcher sich ein Mond gebildet hat, so erscheinen ganz andere numerische Verhältnisse. In Halbmessern des Hauptplaneten ausgedrückt, sind die Distanzen der letzten Trabanten bei Uranus, Saturn und Jupiter wie 91, 64 und 27. Der äußerste Saturnstrabant erscheint dann nur um ein Geringes ($^1/_{15}$) vom Centrum des Saturn entfernter, als unser Mond

*) Wenn der Halbmesser des Mondes nach Burckhardt's Bestimmung 0,2725 und sein Volum $^1/_{49,09}$ ist, so ergiebt sich seine Dichtigkeit 0,5596, nahe $^5/_9$. Vergl. auch Wilh. Beer und H. Mädler, der Mond S. 7 und 19, wie Mädler, Astr. S. 157. Der körperliche Inhalt des Mondes ist nach Hansen nahe an $^1/_{54}$ (nach Mädler $^1/_{49,6}$) des körperlichen Inhalts der Erde, seine Masse $^1/_{87,73}$ der Masse der Erde. Bei dem größten aller Jupiterstrabanten, dem dritten, sind die Verhältnisse zum Hauptplaneten im Volum $^1/_{15370}$; in der Masse $^1/_{11300}$. Ueber die Abplattung des Uranus s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 493.

von der Erde. Der einem Hauptplaneten nächste Trabant ist zweifelsohne der erste oder innerste des Saturn, welcher dazu noch das einzige Beispiel eines Umlaufes von weniger als 24 Stunden darbietet. Seine Entfernung vom Centrum des Hauptplaneten beträgt nach Mädler und Wilhelm Beer, in Halbmessern des Saturn ausgedrückt, 2,47; in Meilen 20022. Der Abstand von der Oberfläche des Hauptplaneten kann daher nur 11870, der Abstand von dem äußersten Rande des Ringes nur 1229 Meilen betragen. Ein Reisender versinnlicht sich gern einen so kleinen Raum, indem er an den Ausspruch eines kühnen Seemannes, Capitän Beechey erinnert, der erzählt, daß er in drei Jahren 18200 geographische Meilen zurückgelegt habe. Wenn man nicht die absoluten Entfernungen, sondern die Halbmesser der Hauptplaneten zum Maaße anwendet, so findet man, daß selbst der erste oder nächste Jupitersmond, welcher dem Centrum des Planeten 6500 Meilen ferner, als der Mond der Erde, liegt, von dem Centrum seines Hauptplaneten nur um 6 Jupitershalbmesser absteht, während der Erdmond volle 60¾ Erdhalbmesser von uns entfernt ist.

In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich übrigens, ihrer Beziehung nach, zum Hauptplaneten und unter einander, alle Gravitations-Gesetze ab, welche in dem die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten. Die zwölf Monde des Saturn, Jupiter und der Erde bewegen sich alle, wie die Hauptplaneten, von Westen nach Osten, und in elliptischen Bahnen, die überaus wenig von Kreisbahnen abweichen. Nur der Erdmond und wahrscheinlich der erste und innerste Saturnstrabant (0,068) haben eine Excentricität, welche größer ist als die des Jupiter; bei dem von Bessel so genau beobachteten sechsten Saturnstrabanten (0,029) überwiegt sie die Excentricität der Erde. An der äußersten Grenze des Planetensystems, wo die Centralkraft der Sonne in 19 Erdweiten schon beträchtlich gemindert ist, zeigt das freilich noch wenig ergründete System der Uranusmonde die auffallendsten Contraste. Statt daß alle anderen Monde, wie die Planetenbahnen, wenig gegen die Ecliptic geneigt sind, und sich, die Saturnsringe (gleichsam verschmolzene oder ungetheilte Trabanten) nicht abgerechnet, von Westen nach Osten bewegen, so stehen die Uranusmonde fast senkrecht auf der Ecliptic, bewegen sich aber wie Sir John Herschel durch vieljährige Beobachtungen bestätigt hat, rückläufig von Osten nach Westen. Wenn Haupt- und Nebenplaneten sich durch Zusammenziehung der alten Sonnen- und Planeten-Atmosphären aus rotirenden Dunstringen gebildet haben, so muß in den Dunstringen, die um den Uranus kreisten, es sonderbare, uns unbekannte Verhältnisse der Retardation oder des Gegenstoßes gegeben haben, um genetisch eine solche der Rotation des Centralkörpers entgegengesetzte Richtung der Umlaufsbewegung in dem zweiten und vierten Uranustrabanten hervorzurufen.

Bei allen Nebenplaneten ist höchst wahrscheinlich die Rotationsperiode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, so daß sie alle immerdar dem letzteren dieselbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verursachen indeß Schwankungen von 6 bis 8 Grad (eine scheinbare Libration) sowohl in Länge als in Breite. So sehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte seiner Oberfläche, bald etwas mehr vom östlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom westlichen oder südlichen Mondrande. Durch die Libration*) werden uns sichtbarer das Ringgebirge Malapert, welches bisweilen den Südpol des Mondes bedeckt, die arctische Landschaft um den Kraterberg Gioja, wie die große graue Ebene nahe dem Endymion, welche in Flächeninhalt das Mare Vaporum übertrifft. Ueberhaupt bleiben ⅞ der Oberfläche gänzlich, und, wenn nicht neue, unerwartet störende Mächte eindringen, auf immer unseren Blicken entzogen. Diese kosmischen Verhältnisse mahnen unwillkührlich an fast gleiche in der intellectuellen Welt, an die Ergebnisse des Denkens, wo in dem Gebiete der

*) Beer und Mädler a. a. O. §. 185 S. 208, und §. 347 S. 332. Dieselben Verf., Phys. Kenntniß der himml. Körper S. 4 und 69. Tab. I.

tiefen Forschung über die dunkele Werkstätte der Natur und die schaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar scheinende Regionen giebt, von denen sich seit Jahrtausenden dem Menschengeschlechte von Zeit zu Zeit, bald in wahrem, bald in trügerischem Lichte erglimmend, ein schmaler Saum gezeigt hat.

Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenseitigen Anziehung an einander gefesselt, die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentrischer Ringe, die wenigstens einem der äußersten Planeten zugehören. Es bleibt uns noch übrig, unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreisenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Cometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Vertheilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unsichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrscheinlichkeits-Rechnung abwägt, so findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erstaunt. Schon Kepler sagt mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Cometen als Fische in den Tiefen des Oceans. Indeß sind der berechneten Bahnen kaum noch 150, wenn die Zahl der Cometen, über deren Erscheinung und Lauf durch bekannte Sternbilder man mehr oder minder rohe Andeutungen hat, auf sechs- oder siebenhundert geschätzt werden kann. Während die sogenannten classischen Völker des Occidents, Griechen und Römer, wohl bisweilen den Ort angeben, wo ein Comet zuerst am Himmel gesehen ward, nie etwas über seine scheinbare Bahn, so bietet die reiche Literatur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chinesen umständliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Comet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derselben werden noch heute*) von den Astronomen benutzt.

Von allen planetarischen Weltkörpern erfüllen die Cometen, bei der kleinsten Masse (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich weit unter $^1/_{000}$ der Erdmasse), mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflectirende Dunstkegel, den sie ausstrahlen, ist bisweilen (1680 und 1811) so lang gefunden worden, als die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, schneidet. Es ist selbst wahrscheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unsre Atmosphäre mit dem Dunste der Cometenschweife gemischt war.

Die Cometen selbst zeigen so mannigfaltige Gestalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörend, daß die Beschreibung einer dieser reisenden Lichtwolken (so nannten sie schon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenosse des Pappus) nur mit Vorsicht auf eine andere angewendet werden kann. Die schwächsten teleskopischen Cometen sind meist ohne sichtbaren Schweif, und gleichen den Herschel'schen Nebelsternen. Sie bilden rundliche, matt schimmernde Nebel, mit concentrirterem Lichte gegen die Mitte. Das ist der einfachste Typus, aber darum eben so wenig ein rudimentärer Typus, als der eines durch Verdampfung erschöpften, alternden Weltkörpers. In den größeren Cometen unterscheidet man den Kopf oder sogenannten Kern, und einen einfachen oder vielfachen Schweif, den die chinesischen Astronomen sehr charakteristisch den Besen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine bestimmte Begrenzung, ob er gleich in seltenen Fällen wie ein Stern erster und zweiter Größe, ja bei den großen Cometen von 1402, 1532, 1577, 1744

*) Die vier ältesten Cometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chinesischen Beobachtungen, sind die von 240 (unter Gordian III.), 539 (unter Justinian), 565 und 837. Während daß dieser letzte Comet, der nach Du Séjour 24 Stunden lang weniger als 200,000 Meilen von der Erde entfernt war, damals den Frommen dermaßen erschreckte, daß er durch Stiftung von Klöstern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte; verfolgten die chinesischen Astronomen ganz wissenschaftlich die Bahn des Gestirns, dessen 60° langer Schweif bald einfach, bald getheilt erschien. Der erste Comet, welcher nach europäischen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, ist der von 1456 (der Halley'sche in der Erscheinung, welche man lange, aber mit Unrecht, für die erste, sicher bestimmte gehalten hat.) Arago im Annuaire 1836 p. 204. Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

und 1843 selbst am Tage bei hellem Sonnenschein*), ist leuchtend gesehen worden. Dieser letztere Umstand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intensiver Lichtreflexion fähige Masse. Auch erschienen in Herschels großen Teleskopen nur zwei Cometen, der in Sicilien entdeckte von 1807 wie der schöne von 1811, als wohlbegrenzte Scheiben†), die eine unter einem Winkel von 1″, die andere von 0″,77, woraus sich der wirkliche Durchmesser von 134 und 107 Meilen ergeben würde. Die minder bestimmt umgrenzten Kerne der Cometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6 bis 7 Meilen Durchmesser. Bei mehreren genau untersuchten Cometen, besonders bei dem eben genannten und so lange gesehenen von 1811, war der Kern und die neblige Hülle, welche ihn umgab, durch einen dunkleren Raum vom Schweife gänzlich getrennt. Die Intensität des Lichtes im Kerne der Cometen ist nicht gleichmäßig bis in das Centrum zunehmend; stark leuchtende Zonen sind mehrfach durch concentrische Nebelhüllen getrennt. Die Schweife haben sich gezeigt bald einfach, bald doppelt, doch selten, und (1807 und 1843) von sehr verschiedener Länge der beiden Zweige; einmal sechsfach, 1744 (bei 60° Oeffnung); gerade oder gekrümmt, sei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder conver gegen die Seite hin (1618), wohin der Comet sich bewegt; auch wohl gar flammenartig geschwungen. Sie sind, wie (nach Eduard Biot) die chinesischen Astronomen schon im Jahr 837 bemerkten, in Europa aber Fracastoro und Peter Apian erst im sechzehnten Jahrhunderte auf eine bestimmtere Weise verkündigten, stets von der Sonne dergestalt abgewandt, daß die verlängerte Achse durch das Centrum der Sonne geht. Man kann die Ausströmungen als conoidische Hüllen von dickerer oder dünnerer Wandung betrachten, eine Ansicht, durch welche sehr auffallende optische Erscheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Cometen sind aber nicht bloß ihrer Form nach so charakteristisch verschieden (ohne allen sichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten des Jahres 1618); wir sehen sie auch in schnell auf einander folgenden, veränderlichen Gestaltungsprocessen begriffen. Dieser Formenwechsel ist am genauesten und vortrefflichsten an dem Cometen von 1744 von Heinsius in Petersburg, und an dem Halley'schen Cometen bei seiner letzten Wiedererscheinung im Jahre 1835 von Bessel in Königsberg beschrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Theile des Kerns wurde eine mehr oder minder büschelförmige Ausströmung sichtbar. Die rückwärts gekrümmten Strahlen bildeten einen Theil des Schweifes. „Der Kern des Halley'schen Cometen und seine Ausströmungen gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif durch Zugwind seitwärts abgelenkt wird." Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben wir, Arago und ich, auf der Pariser Sternwarte in auf einander folgenden Nächten sehr verschiedenartig gestaltet‡) gesehen. Der große Königsberger Astronom schloß aus vielfältigen Messungen und theoretischen Betrachtungen: „daß der ausströmende Lichtkegel sich von der Richtung nach der Sonne sowohl rechts als links beträchtlich entfernte, immer aber wieder zu dieser Richtung zurückkehrte, um auf die andere Seite derselben überzugehen; daß der ausströmende Lichtkegel daher, so wie der Körper des Cometen selbst, der ihn ausstößt und erzeugt, eine drehende oder vielmehr eine schwingende Bewegung in der Ebene der Bahn erlitt." Er findet, „daß die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne, die sie auf schwere

*) Arago im Ann. 1832 p. 209—211. Sowie bei hellem Sonnenschein der Schweif des Cometen von 1402 gesehen wurde, so sind auch vom letzten großen Cometen von 1843 Kern und Schweif am 28. Februar in Nordamerika (laut J. G. Clarke zu Portland im Staat Maine) zwischen 1 und 3 Uhr Nachmittags sichtbar gewesen. Man konnte Abstände des sehr dichten Kerns vom Sonnenrande mit vieler Genauigkeit messen. Kern und Schweif erschienen wie ein sehr reines, weißes Gewölk; nur zwischen dem Schweif und dem Kern war eine dunklere Stelle. Amer. Journ. of Science Vol. XLV. No. 1, p. 229. (Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 491 S. 175.)

†) Philos. Transact. for 1808 P. II. p. 155, und for 1812 P. I. p. 118. Die von Herschel gefundenen Durchmesser der Kerne waren 538 und 428 engl. Meilen. Für die Dimension der Cometen von 1798 und 1805 s. Arago im Annuaire pour 1832 p. 203.

‡) Arago, des changemens physiques de la Comète de Halley du 15—23 Oct. 1835 im Ann. 1836 p. 218—221. Die gewöhnlichere Richtung der Ausströmungen war auch zu Nero's Zeiten bemerkt worden. Comae radios solis effugiunt; Seneca Nat. Quaest. VII, 20.

Körper ausübt, zur Erklärung solcher Schwingungen nicht hinreiche, und ist der Ansicht, daß dieselben eine Polarkraft offenbaren, welche Einen Halbmesser des Cometen der Sonne zuwendet, den entgegengesetzten von ihr abzuwenden strebt. Die magnetische Polarität, welche die Erde besitze, biete etwas analoges dar; und sollten sich die Gegensätze dieser tellurischen Polarität auf die Sonne beziehen, so könne sich ein Einfluß davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen." Es ist hier nicht der Ort, die Gründe näher zu entwickeln, auf welche Erklärungen gestützt worden sind, die den Erscheinungen entsprechen; aber so denkwürdige Beobachtungen*), so großartige Ansichten über die wunderbarste Classe aller Weltkörper, die zu unserm Sonnensystem gehören, durften in diesem Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes nicht übergangen werden.

Ohnerachtet der Regel nach die Cometenschweife in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Centralkörper abgewendet liegen, so hat doch der Comet von 1823 das denkwürdige Beispiel von zwei Schweifen gegeben, deren einer der Sonne zu-, der andere von ihr abgewandt war, und die unter einander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modificationen der Polarität und die ungleichzeitige Vertheilung und Leitung derselben können in diesem seltenen Falle zweierlei, ungehindert fortgesetzte Ausströmungen der neblichten Materie verursacht haben.†)

In der Naturphilosophie des Aristoteles wird durch solche Ausströmungen die Erscheinung der Cometen mit der Existenz der Milchstraße in eine sonderbare Verbindung gebracht. Die zahllose Menge von Sternen, welche die Milchstraße bilden, geben eine sich selbst entzündende (leuchtende) Masse her. Der Nebelstreif, der das Himmelsgewölbe theilt, wird daher von dem Stagiriten wie ein großer Comet betrachtet, der sich unaufhörlich von neuem‡) erzeugt.

Bedeckungen der Fixsterne von dem sogenannten Kern eines Kometen oder seinen nächsten dunstförmigen Hüllen können Licht über die physische Beschaffenheit dieser wunderbaren Weltkörper verbreiten; aber es fehlt an Beobachtungen, welche die sichere Ueberzeugung‖) gewähren, daß die Bedeckung vollkommen central gewesen sei; denn, wie wir bereits oben bemerkt, in dem Kerne nahe liegenden Theile der Hülle wechseln concentrische Schalen von dichtem und undichtem Dunste. Dagegen ist es keinem Zweifel unterworfen.

---

*) Bessel in Schum. Astr. Nachr. 1836 No. 300—302, S. 188, 192, 197, 200, 202 und 230. Derselbe in Schum. Jahrb. 1837 S. 149—168. William Herschel glaubt auch in seinen Beobachtungen des schönen Cometen von 1811 Beweise der Rotation des Kerns und Schweifes (Philos. Transact. for 1812 P. I. p. 140) gefunden zu haben, ebenfalls Dunlop im dritten Cometen von 1825 zu Paramatta.

†) Bessel in Astr. Nachr. 1836 Nr. 302. S. 231. Schum. Jahrb. 1837 S. 175.) Vergl. auch Lehmann über Cometenschweife in Bode's Astron. Jahrb. für 1826 S. 168.

‡) Aristot. Meteor I. 8, 11—14 und 19—21 (ed. Ideler T. I. p. 32—34). Biese, Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 66. Bei dem Einflusse, den Aristoteles auf das ganze Mittelalter ausgeübt hat, ist es unendlich zu bedauern, daß er den großen und der Wahrheit mehr genäherten Ansichten vom Weltbau, welche die älteren Pythagoreer hatten, so abhold war. Er erklärt die Cometen für vergängliche, unserer Atmosphäre zugehörige Meteore in demselben Buche, in welchem er die Meinung der Pythagoreischen Schule anführt (Aristot. I. 6, 2), nach der die Cometen Planeten von langem Umlauf sind. Diese Lehre der Pythagoreer, welche nach dem Zeugniß des Apollonius Myndius noch viel älter bei den Chaldäern war, ging zu den immer nur wiederholenden Römern über. Der Myndier beschreibt die Bahn der Cometen als eine weit in die oberen Himmelsräume abschreitende. Daher Seneca (Nat. Quaest. VII, 17): Cometes non est species falsa, sed proprium sidus sicut solis et lunae: altiora mundi secat et tunc demum apparet, quum in imum cursum sui venit; und (VII, 27): Cometas aeternos esse et sortis ejusdem, cujus cactera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinius (II. 25) spielt ebenfalls auf den Apollonius Myndius an, wenn er sagt: Sunt, qui et haec sidera perpetua esse credant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta a solo cerni.

‖) Olbers in den Astr. Nachr. 1828 S. 157 und 184. Arago de la constitution physique des comètes im Annuaire de 1832 p. 203—208. Schon den Alten war es auffallend, daß man durch die Cometen wie durch eine Flamme sehen kann. Das älteste Zeugniß von den durch Cometen gesehenen Sternen ist das des Democritus (Aristot. Meteor. I. 6. 11). Diese Angabe führt Aristoteles zu der nicht unwichtigen Bemerkung, daß er selbst die Bedeckung eines der Sterne der Zwillinge durch Jupiter beobachtete. Seneca erwähnt bestimmt nur der Durchsichtigkeit des Schweifes. „Man sieht," sagt er, „Sterne durch den Cometen, wie durch ein Gewölk (Nat. Quaest. VII, 18); man sieht aber nicht durch den Körper selbst des Cometen, sondern durch die Strahlen des Schweifes: non in ea parte, qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in crines dispergitur. Per intervalla ignium, non per ipsos, vides" (VII, 26). Der letzte Zusatz ist überflüssig, da man allerdings, wie schon Galilei im Saggiatore (Lettera a Monsignor Cesarini 1619) untersuchte, durch eine Flamme sieht, wenn sie nicht eine zu große Dicke hat.

daß am 29. September 1835, nach Bessel's sorgfältigsten Messungen, das Licht eines Sternes zehnter Größe, der in 7″,78 Entfernung von dem Mittelpunkt des Kopfes des Halley'schen Cometen durch einen sehr dichten Nebel durchging, während dieses Durchganges durch alle Theile des Nebels nicht von seiner geradlinigen Bewegung*) abgelenkt wurde. Ein solcher Mangel von strahlenbrechender Kraft, wenn er wirklich dem Centrum des Kernes zukommt, macht es schwer, den Cometenstoff für eine gasförmige Flüssigkeit zu halten. Ist derselbe alleinige Folge der fast unendlichen Dünnigkeit einer Flüssigkeit? oder besteht der Comet „aus getrennten Theilchen," ein kosmisches Gewölk bildend, das den durchgehenden Lichtstrahl nicht mehr afficirt, als die Wolken unsrer Atmosphäre, welche ebenfalls nicht die Zenithdistanzen der Gestirne oder der Sonnenränder verändern? Bei dem Vorübergange der Cometen vor einem Sterne ist oft eine mehr oder minder beträchtliche Schwächung ihres Lichts bemerkt worden. Man schreibt sie mit vielem Rechte dem hellen Grunde zu, von dem während der Bedeckung die Sterne sich abzuheben scheinen.

Die wichtigste und entscheidendste Beobachtung, welche über die Natur des Cometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Arago's Polarisations-Versuchen. Sein Polariscop belehrt uns über die physische Constitution der Sonne, wie über die der Cometen; das Instrument deutet an, ob ein Lichtstrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, directes oder reflectirtes Licht ist, ob im ersten Falle die Lichtquelle ein fester und tropfbar flüssiger oder ein gasförmiger Körper ist. Es wurden auf der Pariser Sternwarte in demselben Apparat das der Capella und das Licht des großen Cometen von 1819 untersucht. Das letztere zeigte polarisirtes, also zurückgeworfenes Licht, während der Fixstern sich, wie zu vermuthen stand, als eine selbstleuchtende Sonne†) erwies. Das Dasein des polarisirten Cometenlichtes verkündigte sich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder; es wurde bei der Wiedererscheinung des Halley'schen Cometen im Jahr 1835 noch sicherer durch den auffallenderen Contrast der Complementarfarben, nach der von Arago im Jahr 1811 entdeckten chromatischen Polarisation, begründet. Ob außer diesem reflectirten Sonnenlichte die Cometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene schönen Versuche noch unentschieden. Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., ist eine selbstständige Lichtentwicklung sehr wahrscheinlich.

Die veränderliche Lichtstärke der Cometen ist nicht immer aus der Stellung in ihrer Bahn und aus ihrer Entfernung von der Sonne zu erklären. Sie deutet gewiß bei einzelnen Individuen auf innere Processe der Verdichtung und erhöhten oder geminderten Reflexionsfähigkeit des erborgten Lichtes. Bei dem Cometen von 1618, wie bei dem von dreijährigem Umlauf haben Hevelius und, nach langer Nichtbeachtung des merkwürdigen Phänomens, der talentvolle Astronom Valz in Nismes den Kern in der Sonnennähe verkleinert, in der Sonnenferne vergrößert gefunden. Die Regelmäßigkeit der Veränderung des Volums nach Maaßgabe des Abstandes von der Sonne ist überaus auffallend. Die physische Erklärung der Erscheinung darf wohl nicht in den bei größerer Sonnennähe condensirteren

*) Bessel in den Astron. Nachr. 1836 Nr. 301. S. 204—206. Struve im Recueil des Mém. de l'Acad. de St. Pét. 1836 p. 140—143, und Astr. Nachr. 1836 Nr. 303. S. 238. „Für Dorpat stand der Stern in der Conjunction nur 2″,2 vom hellsten Punkt des Cometen ab. Der Stern blieb unausgesetzt sichtbar, und ward nicht merklich geschwächt, während der Kern des Cometen vor dem Glanze des kleinern Sterns (9—10ter Größe) zu verlöschen schien."

†) Die ersten Versuche Arago's, die Polarisation auf den Cometen anzuwenden, geschahen am 3. Julius 1819, am Abend der plötzlichen Erscheinung des großen Cometen. Ich war auf der Sternwarte zugegen, und habe mich, wie Mathieu und der jetzt verstorbene Astronom Bouvard, von der Ungleichartigkeit der Lichtstärke im Polariscop, wenn dasselbe Cometen-Licht empfing, überzeugt. Bei der Capella, welche dem Cometen nahe und in gleicher Höhe stand, waren die Bilder von gleicher Intensität. Als der Halley'sche Comet erschien, im Jahr 1835, wurde der Apparat so abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatischen Polarisation zwei Bilder von Complementar-Farben (grün und roth) gab. Annales de Chimie T. XIII. p. 108. Annuaire 1832 p. 216. „On doit conclure," sagt Arago, „de l'ensemble de ces observations que la lumière de la comète n'était pas en totalité composée de rayons doues des propriétés de la lumière directe, propre ou assimilée: il s'y trouvait de la lumière réfléchie spéculairement ou polarisée, c'est-à-dire venant du soleil. On ne peut assurer d'une manière absolue que les comètes brillent seulement d'un éclat d'emprunt. En effet en devenant lumineux par eux-mêmes, les corps ne perdent pas pour cela la faculté de réfléchir des lumières étrangères."

Schichten des Weltäthers gesucht werden, da es schwierig ist, sich die Dunsthülle des Cometenkerns blasenartig, dem Weltäther undurchdringlich vorzustellen *).

Die so verschiedenartige Excentricität der elliptischen Cometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung unserer Kenntniß des Sonnensystems geleitet. Encke hat die Existenz eines Cometen von so kurzer Umlaufszeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unserer Planetenbahnen bleibt, ja seine größte Sonnenferne schon zwischen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupitersbahn erreicht. Seine Excentricität ist demnach 0,845, wenn die der Juno (der größten Excentricität unter allen Planetenbahnen) 0,255 ist. Encke's Comet ist mehrmals, wenn gleich schwierig (in Europa 1819, in Neu-Holland nach Rümker 1822) dem bloßen Auge sichtbar geworden. Seine Umlaufszeit ist ungefähr von 3¼ Jahren, aber aus der sorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat sich die merkwürdige Thatsache ergeben, daß die Umläufe von 1786 bis 1838 sich auf die regelmäßigste Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben, nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um $1^{s}/_{10}$ Tage. Eine so merkwürdige Erscheinung hat, um nach der sorgfältigsten Beachtung aller planetarischen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der sehr wahrscheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten, Widerstand leistenden, dunstförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert, und mit ihr die große Axe der Cometenbahn. Der Werth der Constante des Widerstandes scheint dazu etwas verschieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel, was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelsternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Weltäthers zuzuschreiben ist †). Diese Thatsachen und ihre Ergründung gehören zu den interessantesten Ergebnissen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Comet von Encke früher den Anstoß gegeben hat, die für alle Störungsrechnungen so wichtige Masse Jupiters einer schärferen Prüfung zu unterwerfen, so hat uns auch sein Lauf später die erste, wiewohl nur genäherte Bestimmung einer verminderten Merkursmasse verschafft.

Zu dem ersten Cometen von kurzer Umlaufszeit, Encke's Cometen von 3¼ Jahren, hat sich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetarischer, gesellt, dessen Sonnenferne jenseits Jupiters, doch weit diesseits der Saturnbahn liegt. Biela's Comet hat eine Umlaufszeit von 6¾ Jahren. Er ist noch lichtschwächer als der von Encke, und rechtläufig in seiner Bewegung, wie dieser, während der Halley'sche Comet der Richtung aller eigentlichen Planeten entgegen kreiset. Er hat das erste sichere Beispiel eines unsere Erdbahn schneidenden Cometen dargeboten. Die Bahn des Biela'schen Cometen ist daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in historischen Zeiten noch nicht erlebte und in seinen Folgen nicht mit Gewißheit zu bestimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen soll. Kleine Massen, mit ungeheurer Geschwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweist, daß dem Cometen von 1770 eine Masse zuzuschreiben ist, die $^{1}/_{5000}$ der Masse der Erde noch nicht erreicht, so setzt er sogar im allgemeinen die mittlere Masse der Cometen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit tief unter $^{1}/_{100000}$ der Erdmasse (ungefähr $^{1}/_{1200}$ der Mondmasse) herab ‡). Man muß den Durchgang von Biela's Cometen durch unsere Erdbahn nicht mit seinem Zusammentreffen mit der Erde oder seiner Nähe zu derselben verwechseln. Als am 29. October 1832 der Durchgang erfolgte, brauchte die Erde noch einen vollen Monat, um an den Durchschnittspunkt beider Bahnen zu gelangen. Die zwei Cometen von kurzer Umlaufszeit schneiden sich auch unter einander in ihren Bahnen; und man hat mit Recht bemerkt ||), daß bei den vielen Störungen, welche so kleine Weltkörper von den Planeten

*) Arago im Ann. 1832 p. 217—220. Sir John Herschel, Astron. § 488.

†) Encke in den Astr. Nachr. 1843 Nr. 489. S. 126—132.

‡) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 216 und 237.

||) Littrow, Beschreibende Astr. 1835 S. 274. Ueber den neuerlichst von Herrn Faye auf der Pariser

erleiden, sie möglicherweise, wenn die Begegnung sich um die Mitte des Octobers ereignen sollte, dem Erdbewohner das wunderbare kosmische Schauspiel des Kampfes, d. h. einer wechselseitigen Durchdringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerstörung durch erschöpfende Ausströmung gewähren könnten. Solcher Ereignisse, Folgen der Ablenkung durch störende Massen oder sich primitiv kreuzender Bahnen, mag es seit Millionen von Jahren in der Unermeßlichkeit ätherischer Räume viele gegeben haben, — isolirte Begebenheiten, so wenig allgemein wirkend oder weltumgestaltend, als es in den engen irdischen Kreisen der Ausbruch oder Einsturz eines Vulkanes sind.

Ein dritter innerer Comet von kurzer Umlaufszeit ist der im vorigen Jahre (22. November 1843) auf der Pariser Sternwarte von Faye entdeckte. Seine elliptische Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Cometen. Sie ist eingeschlossen zwischen den Bahnen von Mars und Saturn. Faye's Comet, der nach Goldschmidt noch über die Jupitersbahn hinausgeht, gehört also zu den sehr wenigen, deren Sonnennähe jenseits des Mars gefunden worden ist. Seine Umlaufszeit ist von $7^{29}/_{100}$ Jahren, und die Form seiner jetzigen Bahn verdankt er vielleicht seiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Wenn wir die Cometen in ihren geschlossenen elliptischen Bahnen als Glieder unsres Sonnensystems nach der Länge der großen Axe, nach dem Maaße ihrer Excentricität und der Dauer ihres Umlaufs betrachten, so stehen wahrscheinlich den drei planetarischen Cometen von Encke, Biela und Faye in der Umlaufszeit am nächsten: der von Messier entdeckte Comet von 1766, den Clausen für identisch mit dem dritten Cometen von 1819 hält; und der vierte desselben Jahres, der, durch Blanpain entdeckt, aber von Clausen für identisch mit dem Cometen von 1743 gehalten, wie der Lurell'sche, große Veränderungen seiner Bahn durch Nähe und Anziehung des Jupiter erlitten hat. Diese zwei letztgenannten Cometen scheinen ebenfalls eine Umlaufszeit von nur 5 bis 6 Jahren zu haben, und ihre Sonnenfernen fallen in die Gegend der Jupitersbahn. Von 70- bis 76jährigem Umlaufe sind der für Theorie und physische Astronomie so wichtig gewordene Halley'sche Comet, dessen letzte Erscheinung (1835) weniger glänzend war, als man nach den früheren hätte vermuthen dürfen, der Comet von Olbers (6. März 1815) und der im Jahre 1812 von Pons entdeckte, dessen elliptische Bahn von Encke bestimmt ward. Beide letztere sind dem bloßen Auge unsichtbar geblieben. Von dem großen Halley'schen Cometen kennen wir nun schon mit Gewißheit die neunmalige Wiederkehr, da durch Laugier's Rechnungen*) neuerlich erwiesen worden ist, daß in der von Eduard Biot gelieferten chinesischen Cometen-Tafel die Bahn des Cometen von 1378 mit der des Halley'schen identisch ist. Die Umlaufszeit des letzteren hat von 1378 bis 1835 geschwankt zwischen 74,91 und 77,58 Jahren: das Mittel war 76,1.

Mit den eben genannten Weltkörpern contrastirt eine Schaar anderer Cometen, welche mehrere tausend Jahre zu ihrem nur schwer unsicher zu bestimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der schöne Comet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Encke über 8800 Jahre. Diese Weltkörper entfernen sich also von der Sonne 21 und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In so ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Comet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmal hunderttausend Fuß), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde, in der Sonnenferne kaum 10 Fuß in der Secunde zurück. Das ist nur dreimal mehr als die Geschwindigkeit des Wassers in unsern trägsten europäischen Flüssen; es ist die halbe Geschwindigkeit, welche ich in einem Arm des Orinoco, dem

Sternwarte entdeckten inneren Cometen, dessen Excentricität 0,551, perihelische Distanz 1,690 und aphelische Distanz 5,832 sind, s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 495. (Ueber die vermutbete Identität des Cometen von 1766 mit dem dritten Cometen von 1819 s. Astr. Nachr. 1833 Nr. 239; über die Identität des Cometen von 1743 und des vierten Cometen von 1819 s. ebendas. Nr. 237.)

*) Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

Cassiquiare, gefunden habe. Unter der zahllosen Menge unberechneter oder acht aufgefundener Cometen giebt es höchst wahrscheinlich viele, deren große Bahn-Axe die des Cometen von 1680 noch weit übertrifft. Um sich nun einigermaßen durch Zahlen einen Begriff zu machen, ich sage nicht von dem Attractionskreise, sondern von der räumlichen Entfernung eines Fixsternes, einer andern Sonne, von dem Aphelium des Cometen von 1680 (des Weltkörpers unseres Systems, der sich nach unserer jetzigen Kenntniß am weitesten entfernt), muß hier erinnert werden, daß nach den neuesten Parallaxen-Bestimmungen der uns nächste Fixstern noch volle 250mal weiter von unserer Sonne absteht, als der Comet in seiner Sonnenferne. Diese beträgt nur 44 Uranusweiten, wenn α des Centauren 11000, und mit noch größerer Sicherheit, nach Bessel, 61 des Schwans 31000 Uranusweiten absteben.

Nach der Betrachtung der größten Entfernung der Cometen von dem Centralkörper bleibt uns übrig, die Beispiele der bisher gemessenen größten Nähe anzuführen. Den geringsten Abstand eines Cometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er von Jupiter erlitten, so berühmt gewordene Lexell-Burkardt'sche Comet von 1770 erreicht. Er stand am 28. Junius nur um sechs Mondfernen von der Erde ab. Derselbe Comet ist zweimal, 1767 und 1779, durch das System der vier Jupitersmonde gegangen, ohne die geringste merkbare Veränderung in ihrer, so wohl ergründeten Bahn hervorzubringen. Acht bis neunmal näher, als der Lexell'sche Comet der Erde kam, ist aber der große Comet von 1680 in seinem Perihelium der Oberfläche der Sonne gekommen. Er stand am 17. December nur um den sechsten Theil des Sonnendurchmessers ab, d. i. 7/10 einer Monddistanz. Perihele, welche die Marsbahn überschreiten, sind wegen Lichtschwäche ferner Cometen für den Erdbewohner überaus selten zu beobachten, und von allen bisher berechneten Cometen ist der von 1729 der einzige, welcher in die Sonnennähe trat mitten zwischen der Pallas- und Jupitersbahn, ja bis jenseits der letzteren beobachtet werden konnte.

Seitdem wissenschaftliche Kenntnisse, einige gründliche neben vielen unklaren Halbkenntnissen in größere Kreise des geselligen Lebens eingedrungen sind, haben die Besorgnisse vor den wenigstens möglichen Uebeln, mit denen die Cometen-Welt uns bedroht, an Gewicht zugenommen. Die Richtung dieser Besorgnisse ist eine bestimmtere geworden. Die Gewißheit, daß es innerhalb der bekannten Planetenbahnen wiederkehrende, unsere Regionen in kurzen Zeitabschnitten heimsuchende Cometen giebt; die beträchtlichen Störungen, welche Jupiter und Saturn in den Bahnen hervorbringen, wodurch unschädlich scheinende in Gefahr bringende Weltkörper verwandelt werden können; die unsere Erdbahn schneidende Bahn von Biela's Cometen; der kosmische Nebel, der als widerstrebendes, hemmendes Fluidum alle Bahnen zu verengen strebt; die individuelle Verschiedenheit der Cometenkörper, welche beträchtliche Abstufungen in der Quantität der Masse des Kernes vermuthen läßt; ersetzen durch Mannigfaltigkeit der Motive reichlich, was die früheren Jahrhunderte in der vagen Furcht vor brennenden Schwerdtern, vor einem durch Haarsterne zu erregenden allgemeinen Weltbrande zusammenfaßten.

Da die Beruhigungsgründe, welche der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entnommen werden, allein auf die denkende Betrachtung, auf den Verstand, nicht auf die dumpfe Stimmung der Gemüther und auf die Einbildungskraft wirken, so hat man der neueren Wissenschaft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß sie Besorgnisse zu zerstören bemüht ist, die sie selbst erregt hat. Es liegt tief in der trüben Natur des Menschen, in einer ernsterfüllten Ansicht der Dinge, daß das Unerwartete, Außerordentliche nur Furcht, nicht Freude oder Hoffnung*) erregt. Die Wundergestalt eines großen Cometen, sein matter Nebelschimmer, sein plötzliches Auftreten am Himmelsgewölbe sind unter allen Erdzonen und

*) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 S. 262—267. Ein nicht glücklicher Beweis von der Größe Unheilbringender Cometen findet sich in Seneca, Nat. Quaest. VII, 17 und 21; der Philosoph spricht von dem Cometen, quem nos Neronis principatu laetissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.

dem Volkssinne fast immer als eine neue, grauenvolle, der alten Verkettung des Bestehenden feindliche Macht erschienen. Da das Phänomen nur an eine kurze Dauer gebunden ist, so entsteht der Glaube, es müsse sich in den Weltbegebenheiten, den gleichzeitigen oder den nächstfolgenden, abspiegeln. Die Verkettung dieser Weltbegebenheiten bietet dann leicht etwas dar, was man als das verkündete Unheil betrachten kann. Nur in unserer Zeit hat sich seltsamerweise eine andere und heitrere Richtung des Volkssinnes offenbart. Es ist in deutschen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Mosel einem jener lange geschmähten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinstocks, zugeschrieben worden. Entgegengesetzte Erfahrungen, an denen es in unserer cometenreichen Zeit nicht mangelt, haben den Glauben an jene meteorologische Mythe, an das Dasein wärmestrahlender Irrsterne nicht erschüttern können.

Ich gehe von den Cometen zu einer andern, noch viel räthselhafteren Classe geballter Materie, zu den kleinsten aller Asteroiden über, die wir in ihrem fragmentarischen Zustande, und in unsrer Atmosphäre angelangt, mit dem Namen der Aerolithen oder Meteorsteine bezeichnen. Wenn ich bei diesen, wie bei den Cometen, länger verweile, und Einzelheiten aufzähle, die einem allgemeinen Naturgemälde fremd bleiben sollten, so ist dies nur mit Absicht geschehen. Der ganz individuellen Charakterverschiedenheit der Cometen ist schon früher gedacht worden. Nach dem Wenigen, was wir bis jetzt von ihrer physischen Beschaffenheit wissen, ist es schwer, in einer Darstellung, wie sie hier gefordert wird, von wiederkehrenden, aber mit sehr ungleicher Genauigkeit beobachteten Erscheinungen das Gemeinsame aufzufassen, das Nothwendige von dem Zufälligen zu trennen. Nur die messende und rechnende Astronomie der Cometen hat bewundernswürdige Fortschritte gemacht. Bei diesem Zustande unsrer Kenntnisse muß eine wissenschaftliche Betrachtung sich auf die physiognomische Verschiedenheit der Gestaltung in Kern und Schweif, auf die Beispiele großer Annäherung zu andern Weltkörpern, auf die Extreme in dem räumlichen Verhältniß der Bahnen und in der Dauer der Umlaufszeiten beschränken. Naturwahrheit ist bei diesen Erscheinungen wie bei den nächstfolgenden nur durch Schilderung des Einzelnen und durch den lebendigen, anschaulichen Ausdruck der Wirklichkeit zu erreichen.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine sind mit großer Wahrscheinlichkeit als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende Massen zu betrachten, die im Weltraume nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten um die Sonne kreisen. Wenn diese Massen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unsrer Atmosphäre leuchtend werden, so lassen sie öfters mehr oder minder erhitzte, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogene steinartige Fragmente herabfallen. Bei aufmerksamer Zergliederung von dem, was in den Epochen, wo Sternschnuppenschwärme periodisch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt, die Feuerkugeln von den Sternschnuppen zu trennen. Beide Phänomene sind oft nicht bloß gleichzeitig und gemischt, sie gehen auch in einander über: man möge die Größe der Scheiben, oder das Funkensprühen, oder die Geschwindigkeiten der Bewegung mit einander vergleichen. Während die platzenden, Rauch ausstoßenden, selbst in der Tropenhelle des Tages*) alles erleuchtenden Feuerkugeln bis-

*) Einer meiner Freunde, der an genaue trigonometrische Messungen gewöhnt war, sah in Popayan, einer Stadt, die in 2° 26′ nördlicher Breite und in 5520 Fuß Höhe über dem Meere liegt, in der Mittagsstunde, bei hellem Sonnenschein und wolkenlosem Himmel, im Jahr 1788, sein ganzes Zimmer durch eine Feuerkugel erleuchtet. Er stand mit dem Rücken gegen das Fenster, und als er sich umdrehte, war noch ein großer Theil der von der Feuerkugel durchlaufenen Bahn vom hellsten Glanze. Ich würde mich gern in dem Naturgemälde, statt des widrigen Ausdruckes Sternschnuppe, der ebenfalls ächt deutschen Wörter Sternschuß oder Sternfall, (schwed. stjernfall, engl. star-shoot, ital. stella cadente) bedient haben, wenn ich es mir nicht in allen meinen Schriften zum Gesetz gemacht hätte, da, wo etwas Bestimmtes und allgemein Bekanntes zu bezeichnen ist, das Ungewöhnlichere zu vermeiden. Nach der rohen Volksphysik schneuzen und putzen sich die Himmelslichter. In der Waldgegend des Orinoco, an den einsamen Ufern des Cassiquiare, vernahm ich aus dem Munde der Eingebornen in der Mission Pastoa (Relation historique du Voy. aux Régions équinox. T. II. p. 513) noch unangenehmere Benennungen. Sternschnuppen wurden von ihnen Harn der Sterne,

weilen den scheinbaren Durchmesser des Mondes übertreffen, sind dagegen auch Sternschnuppen in zahlloser Menge von solcher Kleinheit gesehen worden, daß sie in der Form fortschreitender Punkte sich nur wie phosphorische Linien*) sichtbar machten. Ob übrigens unter den vielen leuchtenden Körpern, die am Himmel als sternähnliche Funken fortschießen, nicht auch einige ganz verschiedenartiger Natur sind, bleibt bis jetzt unentschieden. Wenn ich gleich nach meiner Rückkunft aus der Aequinoctialzone von dem Eindruck befangen war, als sei mir unter den Tropen, in den heißesten Ebenen, wie auf Höhen von zwölf- oder fünfzehntausend Fuß der Fall der Sternschnuppen häufiger, farbiger und mehr von langen glänzenden Lichtbahnen begleitet erschienen, wie in der gemäßigten und kalten Zone, so lag der Grund dieses Eindruckes wohl nur in der herrlichen Durchsichtigkeit der Tropen-Atmosphäre selbst†). Man sieht dort tiefer in den Dunstkreis hinein. Auch Sir Alexander Burnes rühmt in Bokhara, als Folge der Reinheit des Himmels, „das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielen farbigen Sternschnuppen."

Der Zusammenhang der Meteorsteine mit dem größeren und glänzenderen Phänomen der Feuerkugeln, ja daß jene aus diesen niederfallen und bisweilen 10 bis 15 Fuß tief in die Erde eindringen, ist unter vielen anderen Beispielen durch die wohl beobachteten Aerolithenfälle zu Barbotan im Departement des Landes (24. Juli 1790), zu Siena (16. Juni 1794), zu Weston in Connecticut (14. December 1807) und zu Juvenas im Ardèche-Departement (15. Juni 1821) erwiesen worden. Andere Erscheinungen der Steinfälle sind die, wo die Massen aus einem sich bei heiterem Himmel plötzlich bildenden kleinen sehr dunkeln Gewölke, unter einem Getöse, das einzelnen Kanonenschüssen gleicht, herabgeschleudert werden. Ganze Landesstrecken finden sich bisweilen durch ein solches fortziehendes Gewölk mit Tausenden Fragmenten, sehr ungleicher Größe, aber gleicher Beschaffen-

---

und der Thau, welcher verlartig die schönen Blätter der Heliconien bedeckte, Speichel der Sterne genannt. Edler und erfreulicher offenbart sich die symbolisirende Einbildungskraft in dem litthauischen Mythus von dem Wesen und der Bedeutung der Sternschnuppen. „Die Spinnerin, werpeja, beginnt den Schicksalsfaden des neugeborenen Kindes am Himmel zu spinnen, und jeder dieser Fäden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menschen, so reißt sein Faden und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder." Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1843 S. 685.

*) Nach dem Berichte von Denison Olmsted, Prof. an Yale College zu New-Haven (Connecticut). S. Poggend, Annalen der Physik Bd. XXX. S. 194. Kepler, der „Feuerkugeln und Sternschnuppen aus der Astronomie verbannt, weil es nach ihm Meteore sind, die, aus den Ausdünstungen der Erde entstanden, sich dem hohen Aether beimischen," drückt sich im Ganzen sehr vorsichtig über sie aus. Stellae *cadentes*, sagt er, sunt materia viscida inflammata. Earum aliquae inter cadendum absumuntur, aliquae verè in terram cadant, pondere suo tractae. Nec est dissimile vero, quasdam conglobatas esse ex materia foeculentâ, in ipsam aeream aetheream immixta; exque aetheris regione, tractu rectilineo, per aerem trajicere, ceu minutos cometas, occultâ causa motus utrorumque. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 80.

†) Relation historique T. I. p. 80, 213 und 527. Wenn man in den Sternschnuppen, wie in den Cometen, Kopf (Kern) und Schweif unterscheidet, so erkennt man an dem längeren und stärkeren Glanze des Schweifs die größere Durchsichtigkeit der Atmosphäre in der Aequatorgegend. Die Erscheinung braucht darum noch nicht häufiger zu sein, weil sie uns leichter sichtbar wird und sichtbar bleibt. Die Einwirkung der Beschaffenheit des Dunstkreises zeigt sich bei Sternschnuppen bisweilen auch in unserer gemäßigten Zone in sehr kleinen Entfernungen. Wartmann berichtet, daß in einem November-Phänomen an zwei einander ganz nahe gelegenen Orten, zu Genf und auf Planchettes, der Unterschied der gezählten Meteore wie 1 : 7 war (Wartmann, Mém. sur les étoiles filantes p. 17). Der Schweif der Sternschnuppen, über den Brandes so viele genaue und feine Beobachtungen angestellt hat, ist keinesweges der Fortdauer des Lichteindruckes auf der Netzhaut zuzuschreiben. Seine Sichtbarkeit dauert bisweilen eine ganze Minute, in seltenen Fällen länger als das Licht des Kernes der Sternschnuppe; die leuchtende Bahn steht dann meist unbeweglich (Gilb. Ann. Bd. XIV. S. 251). Auch dieser Umstand bezeugt die Analogie zwischen großen Sternschnuppen und Feuerkugeln. Der Admiral Krusenstern sah auf seiner Reise um die Welt den Schweif einer längst verschwundenen Feuerkugel eine Stunde lang leuchten und sich überaus wenig fortbewegen (Reise Th. I. S. 58). Sir Alexander Burnes giebt eine reizende Beschreibung von der Durchsichtigkeit der trocknen, die Liebe zur Astronomie einst so begünstigenden Atmosphäre von Bokhara, das 1200 Fuß über der Meeresfläche und in 39° 43′ Breite liegt: „There is a constant serenity in its atmosphere and an admirable clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the *milky way* shines gloriously in the firmament. There is also a never-ceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in *an hour*, assuming every colour; fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the advantage, enjoyed by the famed observatory of Samarkand." Burnes, Travels into Bokhara Vol. II. (1834) p. 158. Man darf einem einzelnen Reisenden nicht vorwerfen, daß er viel Sternschnuppen schon 10—12 in der Stunde nennt; erst durch sorgfältige auf denselben Gegenstand gerichtete Beobachtungen ist in Europa aufgefunden worden, daß man für den Gesichtskreis einer Person 8 Meteore als Mittelzahl der Stunde zu rechnen habe (Quetelet, Corresp. mathém. Nov. 1837 p. 447), während selbst der so fleißig beobachtende Olbers (Schum. Jahrb. 1838 S. 325) diese Annahme auf 5—6 beschränkte.

heit, bedeckt. In seltneren Fällen, wie vor wenigen Monaten bei dem großen Aërolithen, der unter donnerartigem Krachen (16. Sept. 1843) zu Kleinwenden, unweit Mühlhausen fiel, war der Himmel helle und es entstand kein Gewölk. Die nahe Verwandtschaft zwischen Feuerkugeln und Sternschnuppen zeigt sich auch dadurch, daß die ersten Meteorsteine zur Erde herabschleudernd, bisweilen (9. Juni 1822 zu Angers) kaum den Durchmesser der kleinen römischen Lichter in unseren Feuerwerken hatten.

Was die formbildende Kraft, was der physische und chemische Proceß in diesen Erscheinungen ist; ob die Theilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteins bilden, ursprünglich, wie in dem Cometen, dunstförmig von einander entfernt liegen, und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Compactes, oder nur ein höherauch-artiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub*) niederfällt: das alles ist bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemessene, die ungeheure, wundersame, ganz planetarische Geschwindigkeit der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorsteine; wir kennen das Allgemeine und in dieser Allgemeinheit Einförmige der Erscheinung, nicht den genetischen kosmischen Vorgang, die Folge der Umwandlungen. Kreisen die Meteorsteine schon geballt zu dichten †) Massen (doch minder dicht als die mittlere Dichtigkeit der Erde), so müssen sie im Innersten der Feuerkugeln, aus deren Höhe

*) Ueber Meteorstaub s. Arago im Annuaire pour 1832, p. 254. Ich habe ganz neuerlichst an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 408) zu zeigen gesucht, wie die scythische Sage vom heiligen Gold, das glühend vom Himmel fiel und der Besitz der goldenen Horde der Paralaten blieb (Herod. IV. 5—7), wahrscheinlich aus der dunkeln Erinnerung eines Aërolithenfalles entstanden ist. Die Alten fabelten auch (Dio Cassius LXXV, 1259) sonderbar von Silber, das vom Himmel fiel und mit dem man bronzene Münzen zu überziehen versuchte, unter dem Kaiser Severus; doch wurde das metallische Eisen in den Meteorsteinen (Plin. II, 56) erkannt. Der oft vorkommende Ausdruck lapidibus pluit darf übrigens nicht immer auf Aërolithenfälle gedeutet werden. In Liv. XXV, 7 bezieht er sich wohl auf Auswürflinge (Bimsstein, rapilli) des nicht ganz erloschenen Vulkans Mons Albanus, Monte Cavo; s. Heyne, Opuscula acad. T. III. p. 261 und meine Relat. hist. T. I. p. 394. In einen anderen Ideenkreis gehört der Kampf des Hercules gegen die Ligyer, auf dem Wege vom Kaukasus zu den Hesperiden; es ist ein Versuch, den Ursprung der runden Quarzgeschiebe im ligyschen Steinfelde an der Mündung des Rhodanus, den Aristoteles einem Spalten-Auswurf bei einem Erdbeben, Posidonius einem wellenschlagenden Binnenwasser zuschreiben, mythisch zu erklären. In den Aeschyleischen Fragmenten des gelösten Prometheus geht aber alles wie in einem Aërolithenfalle vor: Jupiter zieht ein Gewölk zusammen und läßt „mit runder Steine Regenguß das Land umher bedecken." Schon Posidonius hat sich erlaubt, die geognostische Mythe von Geschieben und Blöcken zu bespötteln. Das ligysche Steinfeld ist übrigens bei den Alten naturgetreu beschrieben. Die Gegend heißt jetzt La Crau. S. Guérin, Mesures barométriques dans les Alpes et Météorologie d'Avignon 1829 chap. XII. p. 115.

†) Das specifische Gewicht der Aërolithen schwankt zwischen 1,9 (Alais) und 4,3 (Tabor). Die gewöhnlichere Dichte ist 3, das Wasser zu 1 gesetzt. Was die in dem Texte angegebenen wirklichen Durchmesser der Feuerkugeln betrifft, so beziehen sich die Zahlen auf die wenigen einigermaßen sicheren Messungen, welche man sammeln kann. Diese Messungen geben für die Feuerkugel von Weston (Connecticut 14. Dec. 1807) nur 500, für die von Le Roi beobachtete (10. Jul. 1771) etwa 1000, für die von Sir Charles Blagden geschätzte (18. Jan. 1783) an 2600 Fuß im Durchmesser. Brandes (Unterhaltungen Bd. I. S. 42) giebt den Sternschnuppen 80—120 Fuß mit leuchtenden Schweifen von 3—4 Meilen Länge. Es fehlt aber nicht an optischen Gründen, welche es wahrscheinlich machen, daß die scheinbaren Durchmesser der Feuerkugeln und Sternschnuppen sehr überschätzt worden sind. Mit dem Volum der Ceres (sollte man auch diesem Planeten nur „70 englische Meilen Durchmesser" geben wollen) ist das Volum der Feuerkugeln wohl nicht zu vergleichen. S. die sonst immer so genaue und vortreffliche Schrift: On the connexion of the Physical Sciences 1835 p. 411. — Ich gebe hier zur Erläuterung dessen, was S. 57 über den großen, noch nicht wieder aufgefundenen Aërolithen im Flußbette bei Narni gesagt ist, die von Pertz bekannt gemachte Stelle aus dem Chronicon *Benedicti*, monachi Sancti Andreae in Monte Soracte, einem Documente, das in das zehnte Jahrhundert gehört und in der Bibliothek Chigi zu Rom aufbewahrt wird. Die barbarische Schreibart der Zeit bleibt unverändert. „Anno — 921 — temporibus domini Johannis Decimi pape, in anno pontificatus illius 7. visa sunt signa. Nam iuxta urbem Romam lapides plurimi de coelo cadere visi sunt. In civitate quae vocatur Narnia tam diri ac tetri, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut, decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nam et ignitae faculae de coelo plurimae omnibus in hac civitate Romani populi visae sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliae cadentes etc." (Pertz, Monum. Germ. hist. Scriptores. T. III. p. 715.) Ueber den Aërolithen bei Aigos Potamoi, dessen Fall die Parische Chronik in Ol. 78,1 setzt (Böckh, Corp. Inscr. graec. T. II, p. 302, 320 und 340,) vergl. Aristot. Meteor. I, 7. Ideler, Comm. T. I. p. 404—407); Stob. Ecl. phys. I. 25 p. 508, Heeren; Plut. Lys. c. 12; Diog. Laert. II, 10. S. auch d. Noten S. 59 ‡, 65 ‡, 66 * u. †.) Nach einer mongolischen Volkssage soll nahe an den Quellen des gelben Flusses im westlichen China in einer Ebene ein 40 Fuß hohes schwarzes Felsstück vom Himmel gefallen sein. Abel-Rémusat in Lamétherie, Journ. de Phys. 1819 mai p. 264.

und ſcheinbarem Durchmeſſer man bei den größeren auf einen wirklichen Durchmeſſer von 500 bis 2600 Fuß ſchließen kann, nur einen ſehr geringen, von entzündlichen Dämpfen oder Gasarten umhüllten Kern bilden. Die größten Meteormaſſen, die wir bisher kennen, die braſilianiſche von Bahia und die von Otumpa im Chaco, welche Rubi de Celis beſchrieben, haben 7 bis 7½ Fuß Länge. Der in dem ganzen Alterthum ſo berühmte, ſchon in der Pariſchen Marmor-Chronik bezeichnete Meteorſtein von Aegos Potamoi (gefallen faſt in dem Geburtsjahre des Sokrates) wird ſogar als von der Größe zweier Mühlſteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlaſt beſchrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikaniſchen Reiſenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einſt dieſe, ſo ſchwer zerſtörbare thraciſche Meteormaſſe in einer den Europäern jetzt ſehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10ten Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gefallene ungeheure Aërolith ragte, wie ein von Pertz aufgefundenes Document bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Waſſer hervor. Auch iſt zu bemerken, daß alle dieſe Maſſen alter und neuer Zeit doch eigentlich nur als Hauptfragmente von dem zu betrachten ſind, was in der Feuerkugel oder in dem dunkeln Gewölk durch Exploſion zertrümmert worden iſt. Wenn man die mathematiſch erwieſene ungeheure Geſchwindigkeit erwägt, mit der die Meteorſteine von den äußerſten Grenzen der Atmoſphäre bis zur Erde gelangen, oder als Feuerkugeln auf längerem Wege durch die Atmoſphäre und deren dichtere Schichten hinſtreichen; ſo wird es mir mehr als unwahrſcheinlich, daß erſt in dieſem kurzen Zeitraume die metallhaltige Steinmaſſe mit ihren eingeſprengten vollkommen ausgebildeten Kryſtallen von Olivin, Labrador und Pyroxen ſollte aus dem dunſtförmigen Zuſtande zu einem feſten Kerne zuſammengeronnen ſein.

Was herabfällt, hat übrigens, ſelbſt dann, wenn die innere Zuſammenſetzung chemiſch noch verſchieden iſt, faſt immer den eigenthümlichen Charakter eines Fragments, oft eine prismatoidiſche oder verſchobene Pyramidalform, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber dieſe, von Schreibers zuerſt erkannte Form eines abgeſonderten Stückes in einem rotirenden planetariſchen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organiſchen Lebens, iſt alles dunkel, was der Entwickelungsgeſchichte angehört. Die Meteormaſſen fangen an zu leuchten und ſich zu entzünden in Höhen, die wir faſt als luftleer betrachten müſſen, oder die nicht $^1/_{60000}$ Sauerſtoff enthalten. Biot's neue Unterſuchungen über das wichtige Crepuscular-Phänomen*) erniedrigen ſogar beträchtlich die Linie, welche man, vielleicht etwas gewagt, die Grenze der Atmoſphäre zu nennen pflegt; aber Lichtproceſſe können ohne Gegenwart des umgebenden Sauerſtoffs vorgehen, und Poiſſon dachte ſich die Entzündung der Aërolithen weit jenſeits unſeres luftförmigen Dunſtkreiſes. Nur das, was der Berechnung und einer geometriſchen Meſſung zu unterwerfen iſt, führt uns bei den Meteorſteinen, wie bei den größeren Weltkörpern des Sonnenſyſtems, auf einen feſten und ſicheren Boden. Obgleich Halley ſchon die große Feuerkugel von 1686, deren Bewegung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengeſetzt war†), für ein kosmiſches Phänomen erklärte, ſo iſt es doch erſt Chladni geweſen, der in der größten Allgemeinheit (1794) den Zuſammenhang zwiſchen den Feuerkugeln und den aus der Atmoſphäre herabgefallenen Steinen, wie die Bewegung der er-

*) Biot, Traité d'Astronomie physique (3me éd.) 1841 T. I. p. 149, 177, 238 und 312. Mein verewigter Freund Poiſſon ſuchte die Schwierigkeit einer Annahme der Selbſtentzündung der Meteorſteine in einer Höhe, wo die Dichtigkeit der Atmoſphäre faſt null iſt, auf eine eigene Weiſe zu löſen. „A une distance de la terre où la densité de l'atmosphère est tout-à-fait insensible, il serait difficile d'attribuer, comme on le fait, l'incandescence des aérolithes à un frottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-on pas supposer que le fluide électrique à l'état neutre forme une sorte d'atmosphère, qui s'étend beaucoup au-delà de la masse d'air; qui est soumise à l'attraction de la terre, quoique physiquement impondérable; et qui suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluid neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents." (Poiſſon, Rech. sur la Probabilité des jugements 1837 p. VI.)

†) Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 161--163.

steren im Weltraume*), auf das scharfsinnigste erkannt hat. Eine glänzende Bestätigung der Ansicht des kosmischen Ursprungs solcher Erscheinungen hat Denison Olmsted zu Newhaven (Massachusetts) dadurch geliefert, daß er erwiesen, wie bei dem so berühmt gewordenen Sternschnuppenschwarme in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternschnuppen insgesammt von einer und derselben Stelle am Himmelsgewölbe, nahe bei γ Leonis, ausgingen, und von diesem Ausgangspunkte nicht abwichen, obgleich der Stern während der langen Dauer der Beobachtung seine scheinbare Höhe und sein Azimuth veränderte. Eine solche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von außen, aus dem Weltraume, in unsre Atmosphäre gelangten. Nach Encke's Berechnung†) sämmtlicher Beobachtungen, die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen den Breiten von 35° und 42° angestellt worden sind, kamen sie alle aus dem Punkte des Weltraums, auf welchen zu derselben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Auch in den wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen des November von 1834 und 1837 in Nordamerika, wie in dem analogen 1838 zu Bremen beobachteten, wurden der allgemeine Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen erkannt. Wie bei periodischen Sternschnuppen überhaupt eine mehr parallele Richtung als bei den gewöhnlichen sporadischen, so glaubt man auch in dem periodisch wiederkehrenden August-Phänomen (Strom des heil. Laurentius) bemerkt zu haben, daß die Meteore 1839 größtentheils von einem Punkte zwischen dem Perseus und dem Stier kamen; gegen das letztere Sternbild bewegte sich damals die Erde. Diese Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im November und im August) verdient besonders durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden.

Die Höhe der Sternschnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, ist überaus verschieden, und schwankt zwischen 4 und 35 Meilen. Dies wichtige Resultat und

---

*) Die erste Ausgabe von Chladni's wichtiger Schrift: Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderen Eisenmassen erschien zwei Monate vor dem Steinregen in Siena und zwei Jahre früher als Lichtenberg's Behauptung im Göttinger Taschenbuche: „daß Steine aus dem allgemeinen Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen." Vergl. auch Olbers Brief an Benzenberg vom 18. Nov. 1837 in des Letzteren Schrift von den Sternschnuppen S. 186.

†) Encke in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. (1834) S. 213. Arago im Ann. pour 1836 p. 291. Zwei Briefe von mir an Benzenberg vom 19. Mai und 22. Oct. 1837 über das muthmaßliche Fortrücken der Knoten in der Bahn periodischer Sternschnuppenströme (Benzenberg, Sternschn. S. 207 und 209). Auch Olbers hat sich später dieser Meinung von der allmäligen Verspätung des November-Phänomens angeschlossen (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372. S. 180). Wenn ich zwei von den Arabern aufgezeichnete Sternschnuppenfälle mit der von Boguslawski aufgefundenen Epoche des vierzehnten Jahrhunderts verbinden darf, so ergeben sich mir folgende mehr oder minder übereinstimmende Elemente der Knotenbewegung:

Im October 902 in der Todesnacht des Königs Ibrahim ben Ahmed ein großer Sternschnuppenfall, „einem feurigen Regen gleich." Das Jahr ward deshalb das Jahr der Sterne genannt. (Conde, Hist. de la domin. de los Arabes p. 346.)

Am 19. Oct. 1202 schwankten die Sterne die ganze Nacht hindurch. „Sie fielen wie Heuschrecken." (Comptes rendus 1837 T. I. p. 294, und Fraehn im Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg T. III. p. 308.)

Am 21. Oct. a. St. 1366, *die sequente* post festum XI millia Virginum ab hora matutina usque ad horam primam visae sunt quasi stellae de caelo cadere continuo, et in tanta *multitudine*, quod nemo narrare *sufficit*. Diese merkwürdige Notiz, von der noch weiter unten im Texte die Rede sein wird, hat Herr von Boguslawski der Sohn in Benesse's (de Horowic) de Weitmil oder Weirhmül Chronicon Ecclesiae Pragensis p. 389 aufgefunden. Die Chronik steht auch im zweiten Theile der Scriptores rerum Bohemicarum von Pelzel und Dobrowsky 1784 (Schum. Astr. Nachr. Dec. 1839.)

Nacht vom 9—10. Nov. 1787, viele Sternschnuppen von Hemmer im südlichen Deutschlande, besonders in Manheim, beobachtet. (Kämtz, Meteor. Th. III. S. 237.)

Nach Mitternacht am 12. Nov. 1799 der ungeheure Sternschnuppenfall in Cumana, den Bonpland und ich beschrieben haben und der in einem großen Theil der Erde beobachtet worden ist. (Relat. hist. T. I. p. 519—527.)

Vom 12—13. Nov. 1822 wurden Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt in großer Zahl von Klöden in Potsdam gesehen. (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 219.)

13. Nov. 1831 um 4 Uhr Morgens ein großer Sternschnuppenfall gesehen vom Cap. Bérard an der spanischen Küste bei Kartagena del Levante. (Annuaire 1836 p. 297.)

In der Nacht vom 12—13. Nov. 1833 das denkwürdige von Denison Olmsted in Nordamerika so vortrefflich beschriebene Phänomen.

In der Nacht vom 13—14. Nov. 1834 derselbe Schwarm, aber von etwas geringerer Stärke in Nordamerika. (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 129.)

Am 13. Nov. 1835 wurde von einer sporadisch gefallenen Feuerkugel bei Belley im Depart. de l'Ain, eine Scheune entzündet. (Annuaire 1836 p. 296.)

Im Jahr 1838 zeigte der Strom sich auf das bestimmteste in der Nacht vom 13. zum 14. Nov. (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372.)

die ungeheure Geschwindigkeit der problematischen Asteroiden sind zuerst von Benzenberg und Brandes durch gleichzeitige Beobachtungen und Parallaxen-Bestimmungen, an den Endpunkten einer Standlinie von 46000 Fuß Länge, gefunden worden*). Die relative Geschwindigkeit der Bewegung ist 4½ bis 9 Meilen in der Secunde, also der der Planeten gleich. Eine solche planetarische Geschwindigkeit†), wie auch die oft bemerkte Richtung der Feuerkugel- und Sternschnuppen-Bahnen, der Bewegungs-Richtung der Erde entgegengesetzt, werden als Hauptmomente in der Widerlegung des Ursprungs der Aerolithen aus sogenannten, noch thätigen Mondvulkanen betrachtet. Die Annahme einer mehr oder minder großen vulkanischen Kraft auf einem kleinen, von keinem Luftkreise umgebenen Weltkörper ist aber, ihrer Natur nach, numerisch überaus willkührlich. Es kann die Reaction des Inneren eines Weltkörpers gegen seine Rinde zehn, ja hundertmal kräftiger gedacht werden, als bei unsern jetzigen Erdvulkanen. Auch die Richtung der Massen, welche von einem west-östlich umlaufenden Satelliten ausgeschleudert werden, kann dadurch rückläufig scheinen, daß die Erde in ihrer Bahn später an den Punkt derselben gelangt, den jene Massen berühren. Wenn man indeß den ganzen Umfang der Verhältnisse erwägt, die ich schon in diesem Naturgemälde habe aufzählen müssen, um dem Verdacht unbegründeter Behauptungen zu entgehen, so findet man die Hypothese des selenitischen Ursprunges‡) der Meteorsteine von einer Mehrzahl von Bedingungen abhängig, deren zu-

*) Es ist mir nicht unbekannt, daß von den 62 in Schlesien im Jahr 1823 auf Veranlassung des Prof. Brandes gleichzeitig beobachteten Sternschnuppen einige eine Höhe von 457/10, von 60, ja von 100 Meilen zu erreichen schienen (Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Astronomie und Physik Heft I. S. 48); aber Olbers hält wegen Kleinheit der Parallaxen alle Bestimmungen über 30 Meilen Höhe für zweifelhaft.

†) Die planetarische Translations-Geschwindigkeit, das Fortrücken in der Bahn, ist bei Merkur 6,6; bei Venus 4,8; bei der Erde 4,1 Meilen in der Secunde.

‡) Chladni hat aufgefunden, daß ein italiänischer Physiker, Paolo Maria Terzago, 1660, bei Gelegenheit eines Aerolithenfalles zu Mailand, in dem ein Franciskaner-Mönch getödtet wurde, zuerst von der Möglichkeit gesprochen habe, daß die Aerolithen Mondsteine sein könnten. Labant philosophorum montes, sagt er in seiner Schrift (Museum Septalianum, Manfredi Septalae, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum, Tortora 1664 p. 44), sub horum lapidum ponderibus; ni dicere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus montibus divina frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur. Ohne von dieser Vermuthung etwas zu wissen, wurde Olbers im Jahre 1795 nach dem berühmten Steinfall von Siena (16. Jun. 1794) auf die Untersuchung geleitet, wie groß die anfängliche Wurfkraft sein müsse, wenn vom Monde ausgeworfene Massen bis zur Erde gelangen sollten. Ein solches ballistisches Problem beschäftigte zehn bis zwölf Jahre lang die Geometer Laplace, Biot, Brandes und Poisson. Die damals noch sehr verbreitete, jetzt aufgegebene Meinung von thätigen Vulkanen im luft- und wasserleeren Monde begünstigte im Publikum die Verwechselung von dem, was mathematisch möglich und physikalisch wahrscheinlich, d. h. anderen Hypothesen vorzuziehen sei. Olbers, Brandes und Chladni glaubten „in der relativen Geschwindigkeit von 4 bis 8 Meilen, mit welcher Feuerkugeln und Sternschnuppen in unsere Atmosphäre kommen," die Widerlegung ihres selenitischen Ursprungs zu finden. Um die Erde zu erreichen, würde nach Olbers, ohne den Widerstand der Luft in Anschlag zu bringen, eine anfängliche Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der Secunde (nach Laplace 7377 F., nach Biot 7771 F., nach Poisson 7123 F.) hinlänglich sein. Laplace nennt diese Anfangs-Geschwindigkeit nur 5 bis 6mal größer als diejenige, welche die Kraft unserer Geschütze hervorbringt; aber Olbers hat gezeigt, „daß bei einer solchen anfänglichen Geschwindigkeit von 7500 bis 8000 Fuß in der Secunde die Meteorsteine nur mit der Geschwindigkeit von 35000 Fuß (1,53 geogr. Meilen) an die Oberfläche unserer Erde gelangen würden. Da nun die gemessene Geschwindigkeit der Meteorsteine im Mittel von 5 geographischen Meilen, über 114000 Fuß, in der Secunde ist, so müßte die ursprüngliche Wurfgeschwindigkeit im Monde von fast 110000 Fuß, also 14mal größer sein, als sie Laplace annimmt." (Olbers in Schum. Jahrb. 1837 S. 52—58 und in Gehler's Neuem physik. Wörterbuche Bd. VI. Abth. 3. S. 2129—2136.) Der Mangel des Widerstandes der Luft würde allerdings, wenn vulkanische Kräfte noch jetzt als thätig angenommen werden dürften, der Wurfkraft von Mondvulkanen einen Vorzug vor der Wurfkraft der Erdvulkane geben; aber auch über das Maaß der Kräfte der letzteren fehlt es an allen sicheren Beobachtungen. Es ist sogar wahrscheinlich, daß dies Maaß sehr überschätzt wird. Ein sehr genauer und messender Beobachter der Aetna-Phänomene, Dr. Peters, hat die größte Geschwindigkeit der aus dem Krater ausgeworfenen Steine nur 1250 Fuß in der Secunde gefunden. Beobachtungen am Pic von Teneriffa 1798 gaben 3000 Fuß. Wenn Laplace auch am Ende seines Werkes (Expos. du Syst. du Monde, éd. de 1824 p. 399) von den Aërolithen sehr vorsichtig sagt: „que selon toutes les vraisemblances elles viennent des profondeurs de l'espace céleste"; so sieht man doch an einer andern Stelle (chap. VI. p. 233), daß er, wahrscheinlich mit der ungeheuren planetarischen Geschwindigkeit der Meteorsteine unbekannt, sich zu der selenitischen Hypothese mit einiger Vorliebe hinneigte, aber immer voraussetzte, daß die vom Monde ausgeworfenen Steine „deviennent des satellites de la terre, décrivant autour d'elle une orbite plus ou moins allongée, de sorte qu'ils n'atteignent l'atmosphère de la terre qu'après plusieurs et même un très grand nombre de révolutions." So wie ein Italiäner in Tortona den Einfall hatte, die Aërolithen kämen aus dem Monde, so hatten griechische Physiker auch den Einfall gehabt, sie kämen aus der Sonne. Einer solchen Meinung erwähnt Diogenes Laertius II, 9 von dem Ursprunge der bei Aegos Potamoi niedergefallenen Masse (s. Note †) S. 56). Der alles registrirende Plinius (II, 58) wiederholt die Meinung, und bespöttelt sie um so lieber, weil er, mit Früheren (Diog. Laert. II, 3 und 5 p. 99, Hübner), den Anaxagoras beschuldigt, den Aërolithenfall aus der Sonne vorhergesagt zu haben: „celebrant Graeci

fälliges Zuſammentreffen allein das bloß Mögliche als ein Wirkliches geſtalten kann. Einfacher und anderen Vermuthungen über die Bildung des Sonnenſyſtems analoger ſcheint die Annahme eines urſprünglichen Daſeins kleiner planetariſcher Maſſen im Weltraume.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ein großer Theil dieſer kosmiſchen Körper die Nähe unſeres Dunſtkreiſes unzerſtört durchſtreichen, um ihre durch Anziehung der Erdmaſſe nur in der Excentricität veränderte Bahn um die Sonne fortzuſetzen. Man kann glauben, daß dieſelben uns nach mehreren Umläufen und vielen Jahren erſt wieder ſichtbar werden. Die ſogenannten aufwärts ſteigenden Sternſchnuppen und Feuerkugeln, die Chladni nicht glücklich durch Reflexion ſtark zuſammengepreßter Luft zu erklären ſuchte, erſchienen auf den erſten Anblick die Folge einer räthſelhaften, die Körper von der Erde entfernenden Wurfgeſchwindigkeit; aber Beſſel hat theoretiſch erwieſen und durch Feldt's ſorgfältige Rechnungen beſtätigt gefunden, daß bei dem Mangel an vollkommener Gleichzeitigkeit des beobachteten Verſchwindens unter den veröffentlichten Beobachtungen keine vorkomme, welche der Annahme des Aufſteigens eine Wahrſcheinlichkeit gäbe, und erlaubte, ſie als ein Reſultat der Beobachtungen anzuſehen*). Ob, wie Olbers glaubt, das Zerſpringen von Sternſchnuppen und rauchend flammenden, nicht immer geradlinig bewegten Feuerkugeln die Meteore nach Raketenart in die Höhe treiben und ob es in gewiſſen Fällen auf die Richtung ihrer Bahn einwirken könne, muß der Gegenſtand neuer Beobachtungen werden.

Die Sternſchnuppen fallen entweder vereinzelt und ſelten, alſo ſporadiſch, oder in Schwärmen zu vielen Tauſenden; die letzteren Fälle (arabiſche Schriftſteller vergleichen ſie mit Heuſchrecken-Schaaren) ſind periodiſch und bewegen ſich in Strömen von meiſt paralleler Richtung. Unter den periodiſchen Schwärmen ſind bis jetzt die berühmteſten geworden das ſogenannte November-Phänomen (12—14. Nov.) und das des Feſtes des heil. Laurentius (10. Aug.), deſſen „feuriger Thränen" in England ſchon längſt in einem Kirchen-Calender wie in alten Traditionen†) als einer wieder-

---

Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimae octavae secundo anno praedixisse caelestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e sole, idque factum interdiu in Thraciae parte ad Aegos flumen. — Quod si quis praedictum credat, simul fateatur necesse est, majoris miraculi divinitatem Anaxagorae fuisse, solvique rerum naturae intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidem in eo fuisse credatur; decidere tamen crebro non erit dubitum." Auch den Fall des Steines von mäßiger Größe, der im Gymnaſium zu Abydus aufbewahrt wird, ſoll Anaxagoras prophezeit haben. Aërolithenfälle bei hellem Sonnenſchein und wenn die Mondſcheibe nicht ſichtbar war, haben wahrſcheinlich auf die Idee der Sonnenſteine geführt. Auch war, nach einem der phyſiſchen Dogmen des Anaxagoras, die ihn (wie zu unſerer Zeit die Geologen) theologiſchen Verfolgungen ausſetzten, die Sonne „eine geſchmolzene feurige Maſſe" (μῶλυβος διάπυρος). Im Phaëthon des Euripides wurde nach denſelben Anſichten den Klazomeniers die Sonne ebenfalls eine „goldene Scholle" genannt, d. h. eine feuerfarbene, hellleuchtende Materie, woraus man aber nicht auf Aërolithen als goldene Sonnenſteine (ſ. oben Note* S. 56) ſchließen muß. Vergl. Valckenaer, Diatribe in Eurip. perd. dram. Reliquias 1767 p. 30 Diog. Laert. II, 10.—Wir finden demnach bei den griechiſchen Phyſikern vier Hypotheſen: einen telluriſchen Urſprung der Sternſchnuppen von aufſteigenden Dünſten; Steinmaſſen von Orkanen gehoben, bei Ariſtoteles (Meteor. lib. I. cap. IV, 2—13 und cap. VII, 9); Urſprung aus der Sonne; Urſprung aus den Himmelsräumen als lange unſichtbar gebliebener Himmelskörper. Ueber dieſe letzte mit der unſrigen ganz übereinſtimmende Meinung des Diogenes von Apollonia ſ. den Text S. 66 und die Note S. 66*. Merkwürdig iſt es, daß man noch in Syrien, wie mich ein gelehrter Orientaliſt, mein perſiſcher Lehrer, Herr Andrea de Nerciat (jetzt in Smyrna), verſichert hat, nach einem alten Volksglauben, in ſehr hellen Mondnächten Steinfälle aus der Luft beſorgt. Die Alten waren dagegen ſehr aufmerkſam auf den Fall der Meteor-Maſſen bei Mond-Finſterniſſen; ſ. Plin. XXXVII, 10 p. 164, Solinus c. 37, Salm. Exerc. p. 531, und die von Ukert geſammelten Stellen in Geogr. der Griechen und Römer Th. II. 1. S. 131 Note 14. Ueber die Unwahrſcheinlichkeit, daß die Meteormaſſen aus metallauflöſenden Gasarten entſtehen, die nach Fuſinieri in den höchſten Schichten unſerer Atmoſphäre gelagert ſein ſollen und, vorher in ungeheure Räume zerſtreut, plötzlich zuſammengerinnen, wie über Penetration und Miſchbarkeit der Gasarten ſ. meine Relat. hist. T. I. p. 525.

*) Beſſel in Schum. Aſtr. Nachr. 1839 Nr. 380 und 381. S. 222 und 346. Am Schluſſe der Abhandlung findet ſich eine Zuſammenſtellung der Sonnenlängen mit den Epochen des November-Phänomens ſeit der erſten Beobachtung in Cumana von 1799.

†) Dr. Thomas Forſter (The pocket Encyclop. of Natural Phaenomena 1827 p. 17) berichtet, daß zu Cambridge im Chriſt Church College ein Manuſcript unter dem Titel Ephemerides rerum naturalium aufbewahrt wird, das man einem Mönche im vorigen Jahrhundert zuſchreibt. In dieſem Manuſcript ſind bei jedem Tage Naturerſcheinungen angedeutet: das erſte Blühen der Pflanzen, die Ankunft der Vögel u. ſ. f. Der 10. Auguſt iſt durch das Wort meteorodes bezeichnet. Dieſe Bezeichnung und die Tradition der feurigen Thränen des heil. Laurentius hatten Herrn Forſter beſonders veranlaßt, das Auguſt-Phänomen eifrigſt zu verfolgen. (Quetelet, Corresp. mathém. Série III. T. I. 1837 p. 433.)

kehrenden meteorologischen Begebenheit gedacht wird. Ohnerachtet bereits in der Nacht vom 12—13. Nov. 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa, von Portsmouth bis Orenburg am Uralflusse, ja selbst in der südlichen Hemisphäre in Ile de France, ein großes Gemisch von Sternschnuppen und Feuerkugeln der verschiedensten Größe gesehen worden war; so leitete doch eigentlich erst der ungeheure Sternschnuppenschwarm, den Olmsted und Palmer in Nordamerika am 12—13. Nov. 1833 beobachteten und in dem an Einem Orte, wie Schneeflocken zusammengedrängt, während neun Stunden wenigstens 240,000 fielen, auf die Periodicität der Erscheinung, auf die Idee, daß große Sternschnuppenschwärme an gewisse Tage geknüpft sind. Palmer in New-Haven erinnerte sich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerst beschrieben haben*), und von dem durch die Zusammenstellung des Beobachteten, die ich gegeben, erwiesen worden ist, daß er im Neuen Continent gleichzeitig vom Aequator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 64° 14′) zwischen 46° und 82° der Länge gesehen wurde. Man erkannte mit Erstaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12—13. Nov. 1833 von Jamaica bis Boston (Br. 40° 21′) gesehen wurde, wiederholte sich 1834 in der Nacht vom 13.—14. Nov. in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, doch mit etwas geringerer Intensität. In Europa hat sich seine Periodicität seitdem mit großer Regelmäßigkeit bestätigt.

Ein zweiter, eben so regelmäßig eintretender Sternschnuppenschwarm, als das November-Phänomen, ist der des August-Monats, der Strom des heil. Laurentius (9—14. Aug.). Muschenbroek†) hatte schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im August-Monat aufmerksam gemacht; aber ihre periodische sichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentius-Festes haben erst Quetelet, Olbers und Benzenberg erwiesen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodisch wiederkehrende Ströme‡) entdecken, vielleicht um den 22—25. April, zwischen dem 6—12. December, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aërolithenfälle am 27—29. November oder 17. Julius.

---

*) Humb. Rel. hist. T. I. p. 519—527. Ellicot in den Transact. of the American Soc. 1804 Vol. VI. p. 29. Arago sagt vom November-Phänomen: „Ainsi se confirme de plus en plus à nous l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la terre va occuper tous les ans du 11 au 13 Novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous." (Annuaire 1836 p. 296.)

†) Vergl. Muschenbroek, Introd. ad Phil. Nat. 1762 T. II. p. 1061. Howard, Climate of London Vol. II. p. 23, Beobachtungen vom Jahr 1806, also 7 Jahre nach den frühesten Beobachtungen von Brandes Benzenberg über Sternschnuppen (S. 240—244); August-Beobachtungen von Thomas Forster s. in Quetelet a. a. O. S. 438—453; von Adolph Erman, Benzenberg und Kreil in Schum. Jahrb. 1838 S. 317—320. Ueber den Anfangspunkt im Perseus am 10. Aug. 1839 s. die genauen Messungen von Bessel und Erman (Schum. Astr. Nachr. Nr. 385 u. 428); aber am 10. Aug. 1837 scheint die Bahn nicht rückläufig gewesen zu sein; s. Arago in Comptes rendus 1837 T. II. p. 183.

‡) Am 25. April 1095 „sahen unzählbare Augen in Frankreich die Sterne so dicht wie Hagel vom Himmel fallen," (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr. p. 88); und dieses Ereigniß wurde schon in dem Concilium von Clermont als eine Vorbedeutung der großen Bewegung in der Christenheit betrachtet (Wilken, Gesch. der Kreuzzüge Bd. I. S. 75). Am 22. April 1800 ward ein großer Sternschnuppenfall in Hessen und Massachusetts gesehen; es war „ein Regenbogen, der zwei Stunden dauerte." Arago hat zuerst auf diese traînée d'astéroïdes als eine wiederkehrende aufmerksam gemacht (Annuaire 1836 p. 297). Merkwürdig sind auch die Aërolithenfälle im Anfang des Monats December. Für ihre periodische Wiederkehr als Meteorstrom sprechen die alte Beobachtung von Brandes in der Nacht vom 6—7. December 1798 (wo er 2000 Sternschnuppen zählte) und vielleicht der ungeheure Aërolithenfall vom 11. December 1836 in Brasilien am Rio Assu bei dem Dorfe Macao (Brandes, Unterhalt. für Freunde der Physik 1825 Heft 1. S. 65, und Comptes rendus T. V. p. 211). Capocci hat von 1809—1839 zwölf wirkliche Aërolithenfälle zwischen dem 27—29. Nov., andere am 13. Nov., 10. August und 17. Juli aufgefunden (Comptes rendus T. XI. p. 357). Es ist auffallend, daß in dem Theil der Erdbahn, welcher den Monaten Januar und Februar, vielleicht auch März entspricht, bisher keine periodischen Sternschnuppen- oder Aërolithenströmungen bemerkt worden sind; doch habe ich in der Südsee den 15. März 1803 auffallend viel Sternschnuppen beobachtet, wie auch ein Schwarm derselben in der Stadt Quito kurz vor dem ungeheuren Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) gesehen ward. Besondere Aufmerksamkeit verdienen demnach bisher die Epochen:

22—25. April,
17. Julius (17–26. Jul.?) (Quet. Corr. 1837 p. 435),
10. August,
12—14. November,
27—29. November,
6—12. December.

Die Frequenz dieser Strömungen darf, so groß auch die Verschiedenheit ist zwischen isolirten Cometen und mit Asteroiden gefüllten Ringen, nicht in Erstaunen setzen, wenn man der Raumerfüllung des Universums durch Myriaden von Cometen gedenkt.

So unabhängig sich auch alle bisher beobachtete Erscheinungen von der Polhöhe, der Luft-Temperatur und andern klimatischen Verhältnissen gezeigt haben, so ist doch dabei eine, vielleicht nur zufällig *begleitende* Erscheinung nicht ganz zu übersehen. Das Nordlicht war von großer Intensität während der prachtvollsten aller dieser Naturbegebenheiten, während der, welche Olmsted (12—13. Nov. 1833) beschrieben hat. Es wurde auch in Bremen 1838 beobachtet, wo aber der periodische Meteorfall minder auffallend als in Richmond bei London war. Ich habe auch in einer andern Schrift der sonderbaren und mir oft mündlich bestätigten Beobachtung des Admirals Wrangel*) erwähnt, der an den sibirischen Küsten des Eismeeres, während des Nordlichtes, gewisse Regionen des Himmelsgewölbes, die nicht leuchteten, sich stets entzünden und dann fortglühen sah, wenn eine Sternschnuppe sie durchstrich.

Die verschiedenen Meteorströme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zusammengesetzt, schneiden wahrscheinlich unsere Erdbahn, wie es der Comet von Biela thut. Die Sternschnuppen-Asteroiden würde man sich nach dieser Ansicht als einen geschlossenen Ring bildend und in demselben einerlei Bahn befolgend vorstellen können. Die sogenannten *kleinen* Planeten zwischen Mars und Jupiter bieten uns, mit Ausschluß der Pallas, in ihren so engverschlungenen Bahnen ein analoges Verhältniß dar. Ob Veränderungen in den Epochen, zu welchen der Strom uns sichtbar wird, ob Verspätungen der Erscheinungen, auf die ich schon lange aufmerksam gemacht habe, ein regelmäßiges Fortrücken oder Schwanken der Knoten (der Durchschnittspunkte der Erdbahn und der Ringe) andeuten, oder ob bei ungleicher Gruppirung und bei sehr ungleichen Abständen der kleinen Körper von einander die Zone eine so beträchtliche Breite hat, daß die Erde sie erst in mehreren Tagen durchschneiden kann; darüber ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Das Mondsystem des Saturn zeigt uns ebenfalls eine Gruppe innigst mit einander verbundener Weltkörper von ungeheurer Breite. In dieser Saturns-Gruppe ist die Bahn des äußersten (siebenten) Mondes von einem so beträchtlichen Durchmesser, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne einen gleichen Raum erst in drei Tagen zurücklegen würde. Wenn in einem der geschlossenen Ringe, welche wir uns als die Bahnen der periodischen *Ströme* bezeichnend denken, die Asteroiden dergestalt ungleich vertheilt sind, daß es nur wenige dicht gedrängte und *Schwarm*-erregende Gruppen darin giebt, so begreift man, warum glänzende Phänomene wie die im November 1799 und 1833 überaus selten sind. Der scharfsinnige Olbers war geneigt, die Wiederkehr der großen Erscheinung, in der Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt wie Schneeflocken fielen, erst für den 12—14. November 1867 zu verkünden.

Bisweilen ist der Strom der November-Asteroiden nur in einem schmalen Erdraume sichtbar geworden. So zeigte er sich z. B. im Jahre 1837 in England in großer Pracht als meteoric shower, während daß ein sehr aufmerksamer und geübter Beobachter zu Braunsberg in Preußen in derselben Nacht, die dort ununterbrochen heiter war, von 7 Uhr Abends bis Sonnenaufgang nur einige wenige sporadisch fallende Sternschnuppen sah. Bessel schloß †) daraus: „daß eine wenig ausgedehnte Gruppe des großen mit jenen Körpern gefüllten Ringes in England bis zur Erde gelangt ist, während daß eine östlich gelegene Länderstrecke durch eine verhältnißmäßig leere Gegend des Meteor-Ringes ging."

---

*) Ferd. v. *Wrangel*, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. II. S. 259. — Ueber die 34jährige Wiederkehr des dichteren Schwarms der November-Strömung s. *Olbers* im Jahrb. 1837 S. 280. — Man hat mir in Cumana gesagt, daß kurz vor dem furchtbaren Erdbeben von 1766, also wieder 33 Jahre vor dem Sternschnuppenfall vom 11—12. Nov. 1799, ein eben solches Feuerwerk am Himmel gesehen worden sei. Aber das Erdbeben war nicht im Anfang des November, sondern bereits am 21. October 1766. Möchten doch auch Reisende in Quito den Tag ergründen können, an welchem dort der Vulkan von Cayambe eine Stunde lang wie in Sternschnuppen eingehüllt erschien, so daß man den Himmel durch Processionen besänftigen wollte! (Relat. hist. T. I. chap. IV. p. 307, chap. X. p. 520 und 527.)

†) Aus einem Briefe an mich vom 24. Jan. 1838. Der ungeheure Sternschnuppenschwarm vom Nov. 1799 wurde fast nur in Amerika, von Neu-Herrnhut in Grönland bis zum Aequator gesehen. Der Schwarm von 1831 und 1832 war nur in Europa, der von 1833 und 1834 nur in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika sichtbar.

Erhält die Annahme eines regelmäßigen Fortrückens oder eines durch Perturbationen verursachten Schwankens der Knotenlinie mehr Wahrscheinlichkeit, so gewinnt das Auffinden älterer Beobachtungen ein besonderes Interesse. Die chinesischen Annalen, in denen neben der Erscheinung von Cometen auch große Sternschnuppenschwärme angegeben werden, reichen bis über die Zeiten des Tyrtäus oder des zweiten messenischen Krieges hinaus. Sie beschreiben zwei Ströme im März-Monat, deren einer 687 Jahre älter als unsre christliche Zeitrechnung ist. Eduard Biot hat schon bemerkt, daß unter den 52 Erscheinungen, welche er in den chinesischen Annalen gesammelt, die am häufigsten wiederkehrenden die wären, welche dem 20—22. Julius (a. St.) nahe liegen und daher wohl der, jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius sein könnten *). Ist der von Boguslawski, dem Sohne, in Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefundene Sternschnuppenfall vom 21. October 1366 (a. St.) unser jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage gesehen, so lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternschnuppen-System (d. i. sein gemeinschaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beschreibt. Es folgt auch aus den hier entwickelten Ansichten, daß, wenn Jahre vergehen, in denen beide bisher erforschte Ströme (der November- und der Laurentius-Strom) in keinem Theile der Erde beobachtet würden, die Ursache davon entweder in der Unterbrechung des Ringes (d. h. in den Lücken, welche die auf einander folgenden Asteroiden-Gruppen lassen) oder, wie Poisson will, in der Einwirkung der größeren Planeten †) auf die Gestalt und Lage des Ringes liegt.

Die festen Massen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage, und meist bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöse und beträchtlich erhitzt (doch nicht rothglühend) zur Erde fallen sieht, zeigen im Ganzen, ihrer äußeren Form, der Beschaffenheit ihrer Rinde und der chemischen Zusammensetzung ihrer Hauptbestandtheile nach, eine unverkennbare Uebereinstimmung. Sie zeigen dieselbe durch alle Jahrhunderte und in den verschiedensten Regionen der Erde, in denen man sie gesammelt hat. Aber eine so auffallende und früh behauptete physiognomische Gleichheit der dichten Meteormassen leidet im Einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verschieden sind die leicht schmiedbaren Eisenmassen von Hradschina im Agramer Comitate, oder die von den Ufern des Sisim in dem Jeniseisker Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden sind, oder die, welche ich aus Mexico ‡) mitgebracht, Massen, die alle $^{96}/_{100}$ Eisen enthalten, von den Aërolithen von Siena, deren Eisengehalt kaum $^{2}/_{100}$ beträgt, von dem erdigen, in Wasser zerfallenden Meteorstein von Alais (im Dep. du Gard), und von Jonzac und Juvenas, die, ohne metallisches Eisen, ein Gemenge oryktognostisch unterscheidbarer, krystallinisch gesonderter Bestandtheile darbieten! Diese Verschiedenheiten haben auf die Eintheilung der kosmischen Massen in zwei Classen, nickelhaltiges Meteor-Eisen und fein- oder grob-körnige Meteorsteine, geführt. Sehr charakteristisch ist die, nur einige Zehntel Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde ||). Sie hat bisher, so viel ich weiß,

*) Lettre de Mr. Edouard Biot à Mr. Quetelet sur les anciennes apparitions d'étoiles filantes en Chine in Bull. de l'Acad. de Bruxelles 1843 T. X. No. I. p. 8. Ueber die Notiz aus dem Chronicon Ecclesiae Pragensis s. Boguslawski, den Sohn, in Poggend. Annalen Bd. XLVIII. S. 612. Zur Note S. 47 ist hinzuzufügen, daß die Bahnen von 4 Cometen (548, 574, 1327 und 1385) ebenfalls nach alleinigen chinesischen Beobachtungen berechnet worden sind. S. John Russell Hind in Schum. Astr. Nachr. 1844 Nr. 498.

†) Il paraît qu'un nombre, qui semble inépuisable, de corps trop petits pour être observés, se trouvent dans le ciel, soit autour du soleil, soit autour des planètes, soit peut-être même autour des satellites. On suppose que quand ces corps sont rencontrés par notre atmosphère, la différence entre leur vitesse et celle de notre planète est assez grand pour que le frottement qu'ils éprouvent contre l'air, les échauffe au point de les rendre incandescents, et quelquefois de les faire éclater. Si le groupe des étoiles filantes forme un anneau continu autour du soleil, sa vitesse de circulation pourra être très-différente de celle de la terre; et ses déplacements dans le ciel, par suite des actions planétaires, pourront encore rendre possible ou impossible, à différentes époques, le phénomène de la rencontre dans le plan de l'écliptique." Poisson, Recherches sur la probabilité des jugements p. 306—307.

‡) Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne (2 édit.) T. III. p. 310.

||) Schon Plinius (II, 56 und 58) war auf die Farbe der Rinde aufmerksam: colore adusto; auch das lateribus pluisse deutet auf das gebrannte äußere Ansehen der Aërolithen.

nur im Meteorſtein von Chantonnay in der Vendée gefehlt, der dagegen, was eben ſo ſelten iſt, Poren und Blaſenräume wie der Meteorſtein von Juvenas zeigt. Ueberall iſt die ſchwarze Rinde von der hellgrauen Maſſe eben ſo ſcharf abgeſchnitten, als der ſchwarze bleifarbene Ueberzug der weißen Granitblöcke*), die ich aus den Cataracten des Orinoco mitgebracht und die auch vielen Cataracten anderer Erdtheile (z. B. dem Nil- und dem Congo-Fluſſe) eigen ſind. Im ſtärkſten Feuer der Porzellan-Oefen kann man nichts hervorbringen, was der ſo rein von der unveränderten Grundmaſſe abgeſchiedenen Rinde der Aërolithen ähnlich wäre. Man will zwar hier und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte ſchließen laſſen; aber im allgemeinen deuten die Beſchaffenheit der Grundmaſſe, der Mangel von Abplattung durch den Fall, und die nicht ſehr beträchtliche Erhitzung bei erſter Berührung des eben gefallenen Meteorſteins keineswegs auf das Geſchmolzenſein des Inneren in dem ſchnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmoſphäre zur Erde hin.

Die chemiſchen Elemente, aus denen die Meteormaſſen beſtehen und über welche Berzelius ein ſo großes Licht verbreitet hat, ſind dieſelben, welche wir zerſtreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eiſen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arſenik und Zinn), 5 Erdarten, Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle; im Ganzen ⅓ aller uns bisher bekannten ſogenannten *einfachen* Stoffe. Trotz dieſer Gleichheit der *letzten* Beſtandtheile, in welche unorganiſche Körper chemiſch zerſetzt werden, hat das Anſehen der Meteormaſſen doch durch die Art der Zuſammenſetzung ihrer Beſtandtheile im allgemeinen etwas fremdartiges, den irdiſchen Gebirgsarten und Felsmaſſen unähnliches. Das faſt in allen eingeſprengte *gediegene* Eiſen giebt ihnen einen eigenthümlichen, aber deshalb nicht *ſelenitiſchen* Charakter: denn auch in andern Welträumen und Weltkörpern, außerhalb des Mondes, kann Waſſer ganz fehlen und können Oxydations-Proceſſe ſelten ſein.

Die *kosmiſchen Schleimblaſen*, die organiſchen Noſtoc-ähnlichen Maſſen, welche den Sternſchnuppen ſeit dem Mittelalter zugeſchrieben werden, die Schwefelkieſe von Sterlitamak (weſtlich vom Uralgebirge), die das Innere von Hagelkörnern ſollen gebildet haben†), gehören zu Mythen der Meteorologie. Nur das feinkörnige Gewebe, nur die Einmengung von Olivin, Augit und Labrador‡) geben einigen Aërolithen (z. B. den doleritähnlichen von Juvenas im Ardèche-Departement), wie Guſtav Roſe gezeigt hat, ein mehr heimiſches Anſehn. Dieſe enthalten nämlich kryſtalliniſche Subſtanzen, ganz denen unſrer Erdrinde gleich; und in der ſibiriſchen Meteor-Eiſenmaſſe von Pallas zeichnet ſich der Olivin nur durch Mangel von Nickel aus, der dort durch Zinn-Oxyd erſetzt iſt‖). Da die Meteor-Olivine, wie die unſrer Baſalte, 47 bis 49 Hunderttheile Talkerde enthalten und in den Meteorſteinen nach Berzelius meiſt die Hälfte der erdigen Beſtandtheile ausmachen, ſo muß man nicht über den großen Gehalt an Silicaten von Talkerde in dieſen kosmiſchen Maſſen erſtaunen. Wenn der Aërolith von Juvenas trennbare Kryſtalle von Augit und Labrador enthält, ſo wird es durch das numeriſche Verhältniß der Beſtandtheile auf's wenigſte wahrſcheinlich, daß die Meteormaſſen von Chateau Renard ein aus Hornblende und Albit beſtehender Diorit, die von Blanſko und Chantonnay ein Gemenge

*) Humb. Rel. hist. T. II. chap. XX. p. 299—302.

†) Guſtav Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 202.

‡) Derſelbe in Poggend. Ann. 1825 Bd. IV. S. 173—192. Rammelsberg, Erſtes Suppl. zum chem. Handwörterbuche der Mineralogie 1843 S. 102. „Es iſt," ſagt der ſcharfſinnige Olbers, „eine denkwürdige und noch unbeachtete Thatſache, daß man nie *foſſile Meteorſteine*, wie foſſile Muſcheln, in Secundär- und Tertiärformationen gefunden hat. Sollte man daraus ſchließen können, daß vor der jetzigen letzten Ausbildung der Oberfläche unſerer Erde noch keine Meteorſteine auf dieſelbe herabgefallen ſind, da gegenwärtig, nach Schreibers, wahrſcheinlich in jedem Jahre an 700 Aërolithenfälle ſtattfinden?" (Olbers in Schum. Jahrb. 1838 S. 329.) Problematiſche, nickelhaltige Maſſen von *gediegenem Eiſen* ſind in Nord-Aſien (Goldſeifenwerk von Petropawlosk, 20 Meilen in SO. von Kuſnezk) in 31 Fuß Tiefe und neuerlichſt in den weſtlichen Karpathen (Gebirge Magura bei Szlanicz) gefunden worden. Beide ſind den Meteorſteinen ſehr ähnlich. Vergl. Erman, Archiv für wiſſenſchaftliche Kunde von Rußland Bd. I. S. 315, und Haidinger's Bericht über die Szlaniczer Schürfe in Ungarn.

‖) Berzelius, Jahresber. Bd. XV. S. 217 und 231. Rammelsberg, Handwörterb. Abth. II. S. 25—28.

von Hornblende und Labrador sind. Die Beweise, die man von den eben berührten orykognostischen Aehnlichkeiten für einen tellurischen und atmosphärischen Ursprung der Aërolithen hernehmen will, scheinen mir nicht von großer Stärke. Warum sollten, und ich könnte mich auf ein merkwürdiges Gespräch von Newton und Conduit in Kensington berufen*), die Stoffe, welche zu Einer Gruppe von Weltkörpern, zu Einem Planetensysteme gehören, nicht großentheils dieselben sein können? warum sollten sie es nicht, wenn man vermuthen darf, daß diese Planeten, wie alle größeren und kleineren geballten um die Sonne kreisenden Massen, sich aus der einigen, einst weit ausgedehnteren Sonnen-Atmosphäre, wie aus dunstförmigen Ringen abgeschieden haben, die anfänglich um den Centralkörper ihren Kreislauf beschrieben? Wir sind, glaube ich, nicht mehr berechtigt, Nickel und Eisen, Olivin und Pyroxen (Augit) in den Meteorsteinen ausschließlich irdisch zu nennen, als ich mir erlauben würde, deutsche Pflanzen, die ich jenseits des Obys fand, als europäische Arten der nordasiatischen Flora zu bezeichnen. Sind in einer Gruppe von Weltkörpern verschiedenartiger Größe die Elementarstoffe dieselben, warum sollten sie nicht auch, ihrer gegenseitigen Anziehung folgend, sich nach bestimmten Mischungsverhältnissen gestalten können: in der Polarzone des Mars zu weißglänzendem Schnee und Eis, in anderen, kleineren kosmischen Massen zu Gebirgsarten, welche Olivin-, Augit- und Labrador-Krystalle einschließen? Auch in der Region des bloß Muthmaßlichen darf nicht eine ungeregelte, auf alle Induction verzichtende Willkühr der Meinungen herrschen.

Wundersame, nicht durch vulkanische Asche oder Höherauch (Moorrauch) erklärbare Verfinsterungen der Sonnenscheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu sehen waren (wie die dreitägige Verfinsterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem schwarzen Gewölk, die russige Ausdünstungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeschrieben. Kürzere, drei- und sechsstündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormassen. Seitdem die Sternschnuppenströme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geschlossener Ring betrachtet werden, sind die Epochen jener räthselhaften Himmelserscheinungen in einen merkwürdigen Zusammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen gesetzt worden. Adolph Erman hat mit vielem Scharfsinn und genauer Zergliederung der bisher gesammelten Thatsachen auf das Zusammentreffen der Conjunction der Sonne sowohl mit den August-Asteroiden (7. Februar), als mit den November-Asteroiden (12. Mai, um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius) aufmerksam gemacht†).

Die griechischen Naturphilosophen, der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerschöpflich in der vielfältigsten Deutung des Halb-Wahrgenommenen, haben über Sternschnuppen und Meteorsteine Ansichten hinterlassen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmischen Vorgange der Erscheinungen auffallend übereinstimmen. „Sternschnuppen", sagt Plutarch ‡) im Leben

*) „Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth, viz. earth, water and stones, but variously concocted." Turner, Collections for the hist. of Grantham, sout. authentic Memoirs of Sir Isaac Newton p. 172.

†) Adolph Erman in Pogend. Ann. 1839 Bd. XLVIII. S. 582—601. Früher hatte Biot schon Zweifel gegen die Wahrscheinlichkeit erregt (Comptes rendus 1836 T. II. p. 670), daß der November-Strom Anfangs Mai wieder erscheinen müsse. Mädler hat die mittlere Temperatur-Erniedrigung in den verrufenen drei Maitagen durch 86jährige Berliner Beobachtungen geprüft (Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues 1834 S. 377), und in den Temperaturen vom 11—13. Mai einen Rückschritt von 1°,22 gerade zu einer Zeit gefunden, in welche fast die schnellste Vermehrung der Wärme fällt. Es wäre zu wünschen, daß das Phänomen dieser Temperatur-Erniedrigung, das man geneigt gewesen ist dem Schmelzen der Eismassen im Nordosten von Europa zuzuschreiben, an sehr entlegenen Punkten in Amerika oder in der südlichen Hemisphäre ermittelt würde. Vergl. Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg 1843 T. I. No. 4.

‡) Plut. Vitae par. in Lysandro cap. 22. Die Erzählung des Daimachos (Daimachos), nach welcher 70 Tage lang ununterbrochen eine feurige Wolke am Himmel gesehen wurde, die Funken wie Sternschnuppen sprühte und endlich, sich senkend, den Stein von Aegos Potamoi, „welcher nur ein unbedeutender Theil der Wolke war," niederfallen ließ, ist sehr unwahrscheinlich, weil die Richtung und Geschwindigkeit der Feuerkugel so viele Tage lang der Erde hätte gleich bleiben müssen,

des Lysander, „sind nach der Meinung einiger Physiker nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welches in der Luft unmittelbar nach der Entzündung erlösche, noch auch eine Entzündung und Entflammung der Luft, die in der oberen Region sich in Menge aufgelöst habe; sie sind vielmehr ein Fall himmlischer Körper, dergestalt, daß sie durch eine gewisse Nachlassung der Schwungkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeschleudert werden, nicht bloß nach der bewohnten Erde, sondern auch außerhalb in das große Meer, weshalb man sie dann nicht findet." Noch deutlicher spricht sich Diogenes von Apollonia*) aus. Nach seiner Ansicht „bewegten sich, zusammen mit den sichtbaren, unsichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen haben. Diese fallen oft auf die Erde herab und erlöschen, wie der bei Aegos Potamoi feurig herabgefallene steinerne Stern." Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Gestirne (die leuchtenden) für bimssteinartige Körper hält, gründete wahrscheinlich seine Meinung von Sternschnuppen und Meteormassen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der sich alle Gestirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsstücke" dachte, „die der feurige Aether in der Stärke seines Umschwunges von der Erde abgerissen und, entzündet, zu Sternen gemacht habe." In der ionischen Schule fielen also, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie sie uns überliefert worden ist, Aerolithen und Gestirne in eine und dieselbe Classe. Beide sind der ersten Entstehung nach gleich tellurisch, aber nur in dem Sinne, als habe die Erde, als Centralkörper, einst †) um sich her alles so gebildet, wie, nach unsern heutigen Ideen, die Planeten eines Systems aus der erweiterten Atmosphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entstehen. Diese Ansichten sind also nicht mit dem zu verwechseln, was man gemeinhin tellurischen oder atmosphärischen Ursprung der Meteorsteine nennt, oder gar mit der wunderbaren Vermuthung des Aristoteles, nach welcher die ungeheure Masse von Aegos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden sei.

Eine vornehm thuende Zweifelsucht, welche Thatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unkritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung. Obgleich seit drittehalbtausend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beispiele derselben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allem Zweifel gesetzt waren, die Bätylien einen wichtigen Theil des Meteor-Cultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aerolithen sahen, der auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Khalifen und mongolische Fürsten sich von frisch gefallenen Meteorsteinen hatten Schwerdter schmieden lassen, ja Menschen durch vom Himmel gefallene Steine erschlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4. September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei schwedische Matrosen auf einem Schiffe 1674); so ist doch bis auf Chladni, der schon durch die Entdeckung seiner Klangfiguren sich ein unsterbliches Verdienst um die Physik erworben hatte, ein so großes

---

was bei der von Halley (Transact. Vol. XXIX. p. 163) beschriebenen Feuerkugel vom 19. Juli 1686 doch nur Minuten dauerte. Ob übrigens Daïmachos, der Schriftsteller περὶ εὐσεβείας, Eine Person mit dem Daïmachos aus Platäa sei, der von Seleucus nach Indien an den Sohn des Androkottos geschickt wurde und den Strabo p. 70, Casaub.) „einen Lügenredner" schimpft, bleibt ziemlich ungewiß. Man konnte es nach einer andern Stelle des Plut. Compar. Solonis c. Pop. cap. 4. fast glauben; auf jeden Fall haben wir hier nur die Erzählung eines sehr späten Schriftstellers, der 1½ Jahrhunderte nach dem berühmten Aërolithenfall in Thracien schrieb und dessen Wahrhaftigkeit Plutarch ebenfalls bezweifelt (vergl. oben Note ‖ Seite 51.)

*) Stob. ed. Heeren I, 25 p. 508. Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Die merkwürdige Stelle bei Plut. de plac. Philos. II, 13 heißt also: „Anaxagoras lehrt, daß der umgebende Aether feurig sei der Substanz nach; und durch die Stärke des Umschwunges reiße er Felsstücke von der Erde ab, entzünde dieselben und habe sie zu Sternen gemacht." Einem solchen Umschwunge (Centrifugalkraft) soll der Klazomenier, eine alte Fabel zu einem physischen Dogma benutzend, auch das Herabfallen des Nemäischen Löwen aus dem Monde in den Peloponnes zugeschrieben haben (Aelian. XII, 7; Plut. de facie in orbe lunae c. 24; Schol. ex Cod. Paris. in Apoll. Argon. lib. I. p. 498 ed. Schaef. T. II. p. 40; Meineke, Annal. Alex. 1843 p. 85). Wir haben demnach hier statt der Mondsteine ein Mondthier! Nach Böckh's scharfsinniger Bemerkung hat der alte Mythus des Nemäischen Mondlöwen einen astronomischen Ursprung und hängt symbolisch in der Chronologie mit den Schaltcyklen des Mond-Jahres, dem Mondcultus zu Nemea und den dortigen Festspielen zusammen.

kosmisches Phänomen fast unbeachtet, in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensysteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen ist von dem Glauben an diesen Zusammenhang, den kann, wenn er für geheimnißvolle Natureindrücke empfänglich ist, nicht etwa bloß die glänzende Erscheinung der Meteorschwärme, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, sondern auch jeder einsame Sternenschuß mit ernsten Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, versinnlicht sie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die brennenden Asteroiden erinnern uns an das Dasein eines überall stofferfüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innersten Saturnstrabanten oder das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, so verschwinden in unserer Einbildungskraft die Verhältnisse von groß und klein. Schon das Verlöschen plötzlich auflodernder Gestirne in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Massen geballt, kreisen die Sternschnuppen-Asteroiden um die Sonne, durchschneiden cometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden sich, der Oberfläche unseres Dunstkreises nahe oder in den obersten Schichten desselben.

Mit allen andern Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenseits unserer Atmosphäre stehen wir nur im Verkehr mittelst des Lichtes, mittelst der Wärmestrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen sind*), und durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen nach der Quantität ihrer Körpertheile auf unsern Erdball, auf den Ocean und die Luftschichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmischen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternschnuppen und Meteorsteine, wenn wir sie für planetarische Asteroiden halten. Es sind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden; es sind materielle Theile selbst, welche aus dem Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserm Erdkörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorstein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unserm Planeten fremd ist. Gewöhnt, alles Nicht-Tellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt zu betasten, zu wiegen, zu zersetzen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unsere Einbildungskraft eine reflectirende, geistige Belebung der Gefühle, da wo der gemeine Sinn nur verlöschende Funken am heitern Himmelsgewölbe, wo er im schwarzen Steine, der aus der krachenden Wolke herabstürzt, nur das rohe Product einer wilden Naturkraft sieht.

Wenn die Asteroiden-Schwärme, bei denen wir mit Vorliebe lange verweilt haben, durch ihre geringe Masse und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen sich gewissermaßen den Cometen anschließen, so unterscheiden sie sich dagegen wesentlich dadurch, daß wir ihre Existenz fast nur in dem Augenblick ihrer Zerstörung kennen lernen, wenn sie, von der Erde gefesselt, leuchtend werden und sich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfassen, was zu unserm, seit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Cometen von kurzem Umlaufe und der Meteor-Asteroiden so complicirt und formenreich erscheinenden Sonnensysteme gehört, bleibt uns der Ring des Thierkreislichtes übrig, dessen wir schon früher mehrmals erwähnt haben. Wer Jahre lang in der Palmen-Zone gelebt hat,

*) Folgende denkwürdige Stelle, eine der vielen Kepler'schen Inspirationen über Wärmestrahlung der Fixsterne, leises Verbrennen und Lebensprocesse findet sich in den Paralip. in Vitell. Astron. pars optica 1604 Propos. XXXII. p. 251: „Lucis proprium est calor, sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportione ad calorem unius solis, quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque simul percipi et judicari possit. De cinerindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidam lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor." (Vergl. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae 1618 T. I. lib. I. p. 35.)

dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andes-Gipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuß Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen intensiv leuchtender als die Milchstraße im Schützen gesehen. Von einer ganz besondern Schönheit war die Erscheinung, wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiacallichte projicirte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schifffahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexico gedenkt dieses Luftbildes. „Seit 3 oder 4 Nächten (zwischen 10° und 14° nördlicher Breite) sehe ich das Zodiacallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erschienen ist. In diesem Theile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll groß. Vom 14. bis 19. März war sehr regelmäßig 2 Stunden, nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Thierkreislichte zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in großer Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden am 18. März 39° 5′ Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erscheinen zerstreuet in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiacallicht hier in der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16. März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegenschein von mildem Lichte sichtbar." In unserer trüben, sogenannten gemäßigten, nördlichen Zone ist das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abend-Dämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgen-Dämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar.

Es ist schwer zu begreifen, wie eine so auffallende Naturerscheinung erst um die Mitte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen auf sich gezogen hat, wie dieselbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Bactrien, am Euphrat und im südlichen Spanien hat entgehen können. Fast gleiche Verwunderung erregt die späte Beobachtung der erst von Simon Marius und Huygens beschriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erste ganz deutliche Beschreibung des Zodiacallichts ist in Childrey's Britannia Baconica*) vom Jahr 1661 enthalten; die erste Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden sein; doch bleibt dem Dominicus Cassini das unbestreitbare Verdienst, zuerst (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen seinen räumlichen Verhältnissen ergründet zu haben. Was er 1668 in Bologna, und zu derselben

*) „There is another thing, which I recommend to the observation of mathematical men: which is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together) about six in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shall see a plainly discernable way of the Twilight striking up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best illac nocte. There is no such way to be observed at any other time of the year (that I can perceive), nor any other way at that time to be perceived darting up elsewhere. And I believe, it hath been, and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further enquiry." Childrey, Britannia Baconica 1661 p. 183. Dies ist die erste Ansicht und einfache Beschreibung der Erscheinung (Cassini, Découverte de la lumière céleste qui paroît dans le zodiaque in den Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 276. Mairan, Traité phys. de l'Aurore boréale 1754 p. 16). In dem eben angeführten sonderbaren Buche von Childrey finden sich auch schon (p. 91) sehr verständige Angaben über die Epoche des Eintretens der Maxima und Minima in der Vertheilung der Jahreswärme, wie in dem Gange der täglichen Temperatur; Angaben über Verspätung der Extreme des Effects in den meteorologischen Processen. Leider lehrt aber auch (p. 148) der baconisch-philosophirende Kaplan des Lord Henry Somerset (wie Bernardin de St. Pierre), daß die Erde an den Polen zugespitzt sei. Sie war ursprünglich, sagt er, kugelrund, aber die ununterbrochen fortschreitende Zunahme der Eisschichten an beiden Polen verändert die Figur des Erdkörpers; und da das Eis sich aus Wasser bildet, nimmt die Wassermenge überall ab.

Zeit der berühmte Reiſende Chardin in Perſien ſahen (die Hofaſtrologen zu Iſpahan nannten das von ihnen nie zuvor geſehene Licht nyzek, eine kleine Lanze), war nicht, wie man oft behauptet hat*), das Thierkreislicht, ſondern der ungeheure Schweif eines Cometen, deſſen Kopf ſich in den Dünſten des Horizonts verbarg, und der ſelbſt der Lage und Erſcheinung nach viel ähnliches mit dem großen Cometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrſcheinlichkeit kann man vermuthen, daß das merkwürdige von der Erde pyramidal aufſteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexico 1509, vierzig Nächte lang, am öſtlichen Himmel beobachtete und deſſen Erwähnung ich in einem alt-aztekiſchen Manuſcripte der königl. Pariſer Bibliothek, im Codex Telleriano-Remensis †), aufgefunden, das Thierkreislicht war.

Die in Europa von Childrey und Dominicus Caſſini entdeckte und doch wohl uralte Erſcheinung iſt nicht die leuchtende Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt, da dieſe nach mechaniſchen Geſetzen nicht abgeplatteter als im Verhältniß von 2 : 3, und demnach nicht ausgedehnter als bis $^{9}/_{20}$ der Merkursweite ſein könnte. Eben dieſe Geſetze beſtimmen, daß bei einem rotirenden Weltkörper, über ſeinem Aequator, die Höhe der äußerſten Grenze der Atmoſphäre, der Punkt nämlich, wo Schwere und Schwungkraft im Gleichgewicht ſind, nur die iſt, in welcher ein Satellit gleichzeitig mit der Achſendrehung des Weltkörpers um dieſen laufen würde‡). Eine ſolche Beſchränktheit der Sonnen-Atmoſphäre in ihrem jetzigen

---

*) Dominicus Caſſini (Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 188) und Mairan (Aurore bor. p. 16) haben ſelbſt die Behauptung aufgeſtellt, daß das 1668 in Perſien geſehene Phänomen das Zodiacallicht geweſen ſei. Delambre (Hist. de l'Astron. moderne T. II. p. 742) ſchreibt die Entdeckung dieſes Lichtes beſtimmt dem berühmten Reiſenden Chardin zu; aber ſowohl im Couronnement de Soliman, als in mehreren Stellen ſeiner Reiſebeſchreibung (éd. de Langlès T. IV. p. 326, T. X. p. 97) erwähnt Chardin als niazouk (nyzek) oder petite lance nur: „la grande et fameuse comète qui parut presque par toute la terre en 1668 et dont la tête étoit cachée dans l'occident de sorte qu'on ne pouvoit en rien apercevoir sur l'horizon d'Ispahan." (Atlas du Voyage de Chardin Tab. IV., nach den Beobachtungen in Schiras. Der Kopf oder Kern dieſes Cometen iſt aber in Braſilien und in Indien geſehen worden (Pingré, Cométogr. T. II, p. 22). Ueber die Vermuthung der Identität des letzten großen Cometen vom März 1843 mit dem, welchen Caſſini für das Zodiacallicht hielt, ſ. Schum. Aſtr. Nachr. 1843 Nr. 476 und 489. Im Perſiſchen werden nizehi kheschin (feurige Spieße oder Lanzen) auch für die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne gebraucht, wie nayzak nach Freytag's arabiſchem Lexicon stellae radientes bedeutet. Die Vergleichung der Cometen mit Lanzen und Schwertern war übrigens beſonders dem Mittelalter in allen Sprachen ſehr gewöhnlich. Selbſt der große Comet, welcher vom April bis Junius 15000 geſehen wurde, heißt bei den italiäniſchen Schriftſtellern der Zeit immer il Signor Astone (ſ. mein Examen critique de l'Hist. de la Géographie T. V. p. 80). — Die vielfach geäußerten Vermuthungen, daß Descartes (Caſſini p. 230, Mairan p. 16) oder gar Kepler (Delambre T. I, p. 601) das Zodiacallicht genannt hätten, ſcheinen mir ganz unhaltbar. Descartes (Principes III, art. 136. 137.) ſpricht auf eine ſehr dunkle Weiſe, wie Cometenſchweife entſtehen: „par des rayons obliques qui, tombant sur diverses parties des orbes planétaires, viennent des parties latérales à notre oeil par une réfraction extraordinaire;" auch wie Morgens und Abends Cometenſchweife „comme une longue *poutre*" geſehen werden könnten, wenn die Sonne zwiſchen dem Cometen und der Erde ſteht. Dieſe Stelle iſt ſo wenig auf das Zodiacallicht zu deuten, als das, was Kepler (Epit. Astron. Copernicanae T. I, p. 57 und T. II, p. 893) von der Exiſtenz einer Sonnen-Atmoſphäre (limbus circa solem, coma lucida) ſagt, welche in totalen Sonnenfinſterniſſen hindert, „daß es ganz Nacht werde." Noch unſicherer oder vielmehr irriger iſt die Behauptung, daß die „trabes quas δοκοὺς vocant, (Plin. II, 26 und 27) eine Andeutung des zungenförmig aufſteigenden Zodiacallichts ſeien, wie Caſſini (p. 231 art. XXXI.) und Mairan (p. 15) vorgeben. Ueberall bei den Alten ſind die trabes mit Boliden (ardores et faces) und anderen feurigen Meteoren in Verbindung geſetzt, auch wohl gar mit den langbärtigen Cometen. Ueber δοκός, δοκίας, δοκίτης ſ. Schäfer Schol. Par. ad Apoll. Rhod. 1813 T. II, p. 206; Pseudo-Ariſtot. de Mundo 2, 9; Commont. Alex., Joh. Philop. et Olymp. in Aristot. Meteor. lib. I. cap. VII, 3 p. 159, Ideler; Seneca, Nat. Quaest. I, 1.

†) Humboldt, Monumens des peuples indigénes de l'Amérique T. II, p. 301. Das ſeltene Manuſcript, welches dem Erzbiſchof von Rheims, Le Tellier, gehört hat, enthält ſehr verſchiedenartige Auszüge aus einem aztekiſchen Ritualbuche, aus einem aſtrologiſchen Kalender und aus hiſtoriſchen Annalen von 1197 —1549. Die letztgenannten geben zugleich Naturerſcheinungen, Epochen der Erdbeben, Cometen, wie die von 1490 und 1529, und für die mexicaniſche Chronologie wichtige Sonnenfinſterniſſe an. In der handſchriftlichen Historia de Tlascala, von Camargo, wird das in Oſten bis faſt zum Zenith aufſteigende Licht ſonderbar genug „funkelnd und wie dick mit Sternen beſäet" genannt. Auf vulkaniſche Ausbrüche des Popocatepetl, der ſehr nahe in Südoſten liegt, paßt die Beſchreibung der vierzigtägigen Erſcheinung gar nicht (Prescott, Hist. of the Conquest of Mexico Vol. I, p. 284). Neuere Commentatoren haben dieſe Erſcheinung, die Montezuma als eine der ihm Unglück verheißenden anſah, mit der „estrella que humeava" (eigentlich: welche ſprudelte; mexicaniſch cholon, ſpringen und ſprudeln) verwechſelt. Ueber den Zuſammenhang dieſes Dampfes mit dem Stern Citlal Choloha (Venus) und dem Sternberge (Citlaltepetl, dem Vulkan von Orizaba) ſ. meine Monumens T. II, p. 303.

‡) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 270; Mécanique celeste T. II, p. 169 und 171. Schubert Aſtr. Bd. III, § 200.

concentrirten Zuſtande wird beſonders auffallend, wenn man den Centralkörper unſers Syſtems mit dem Kern anderer Nebelſterne vergleicht. Herſchel hat mehrere aufgefunden, in denen der Halbmeſſer des Nebels, welcher den Stern umgiebt, unter einem Winkel von 150″ erſcheint. Bei der Annahme einer Parallaxe, die nicht ganz 1″ erreicht, findet man die äußerſte Nebelſchicht eines ſolchen Sternes 150mal weiter von ſeinem Centrum entfernt, als es die Erde von der Sonne iſt. Stände der Nebelſtern alſo an der Stelle unſerer Sonne, ſo würde ſeine Atmoſphäre nicht bloß die Uranusbahn einſchließen, ſondern ſich noch achtmal weiter als dieſe erſtrecken*).

Unter der eben geſchilderten engen Begrenzung der Sonnen-Atmoſphäre, iſt mit vieler Wahrſcheinlichkeit als materielle Urſach des Zodiacallichtes die Exiſtenz eines zwiſchen der Venus- und Marsbahn frei im Weltraume kreiſenden, ſehr abgeplatteten Ringes†) dunſtartiger Materie zu betrachten. Von ſeinen eigentlichen körperlichen Dimenſionen, von ſeiner Vergrößerung‡) durch Ausſtrömung der Schweife vieler Myriaden von Cometen, die in die Sonnennähe kommen, von der ſonderbaren Veränderlichkeit ſeiner Ausdehnung, da er bisweilen ſich nicht über unſere Erdbahn hinaus zu erſtrecken ſcheint, endlich von ſeinem muthmaßlichen inneren Zuſammenhange mit dem in der Nähe der Sonne mehr condenſirten Weltdunſte iſt wohl für jetzt nichts ſicheres zu berichten. Die dunſtförmigen Theilchen, aus welchen der Ring beſteht und die nach planetariſchen Geſetzen um die Sonne circuliren, können entweder ſelbſtleuchtend oder von der Sonne erleuchtet ſein. Selbſt ein irdiſcher Nebel (und dieſe Thatſache iſt ſehr merkwürdig) hat ſich 1743, zur Zeit des Neumondes, mitten in der Nacht ſo phosphoriſch erwieſen, daß man Gegenſtände in 600 Fuß Entfernung‖) deutlich erkennen konnte.

In dem Tropenklima von Süd-Amerika hat mich bisweilen die veränderliche Lichtſtärke des Zodiacalſcheins in Erſtaunen geſetzt. Da ich mehrere Monate lang, an den Flußufern und in den Grasebenen (Llanos), die heiteren Nächte in freier Luft zubrachte, ſo hatte ich Gelegenheit, die Erſcheinung mit Sorgfalt zu beobachten. Wenn das Zodiacallicht eben am ſtärkſten geweſen war, ſo wurde es bisweilen wenige Minuten nachher merklich geſchwächt, bis es plötzlich in ſeinem vollen Glanze wieder auftrat. In einzelnen Fällen glaubte ich, — nicht etwa eine röthliche Färbung, oder eine untere bogenförmige Verdunklung, oder gar ein Funkenſprühen, wie es Mairan angiebt, — wohl aber eine Art von Zucken und Flimmern zu bemerken. Gehen dann Proceſſe in dem Dunſtringe ſelbſt vor? oder iſt es nicht wahrſcheinlicher, daß, während ich an den meteorologiſchen Inſtrumenten, nahe am Boden in der unteren Luftregion, keine Veränderung der Wärme oder Feuchtig-

---

*) Arago im Annuaire 1842 p. 408. Vergl. Sir John Herſchel's Betrachtungen über Volum und Lichtſchwäche der planetariſchen Nebelflecke in Mary Somerville, Connexion of the Phys. Sciences 1835 p. 108. Die Meinung, daß die Sonne ein Nebelſtern ſei, deſſen Atmoſphäre die Erſcheinung des Zodiacallichtes darbietet, iſt nicht von Dominicus Caſſini, ſondern zuerſt 1731 von Mairan aufgeſtellt worden. (Traité de l'Aurore bor. p. 47 und 263. Arago im Annuaire 1842 p. 412.) Es war eine Erneuerung Kepler'ſcher Anſichten.

†) Schon Dominicus Caſſini nahm, wie ſpäter Laplace, Schubert und Poiſſon, zur Erklärung der Geſtalt des Zodiacallichtes die Hypotheſe eines abgeſonderten Ringes an. Er ſagt beſtimmt: „si les orbites de Mercure et de Venus étoient visibles (matériellement dans toute l'étendue de leur surface), nous les verrions habituellement de la même figure et dans la même disposition à l'égard du Soleil et aux mêmes tems de l'année que la lumière zodiacale." (Mém. de l'Acad. T. VIII, 1730 p. 218 und Biot in den Comptes rendus 1836 T. III, p. 666.) Caſſini glaubte, daß der dunſtförmige Ring des Zodiacallichtes aus einer Unzahl kleiner planetenartiger Körper, die um die Sonne kreiſen, zuſammengeſetzt ſei. Er war ſelbſt nicht abgeneigt zu glauben, daß der Fall von Feuerkugeln mit dem Durchgang der Erde durch den Zodiacal-Nebel-Ring zuſammen hangen könne. Olmſted und vorzüglich Biot (a. a. O. p. 673) haben dieſen Zuſammenhang mit dem November-Phänomen zu ergründen geſucht, einen Zuſammenhang, den Olbers bezweifelt. (Schum. Jahrbuch 1837 S. 281.) Ueber die Frage, ob die Ebene des Zodiacallichts mit der Ebene des Sonnen-Aequators vollkommen zuſammentrifft, ſ. Houzeau in Schum. Aſtr. Nachr. 1843 Nr. 492. S. 190.

‡) Sir John Herſchel, Astron. § 487.

‖) Arago im Annuaire 1832 p. 246. Mehrere phyſikaliſche Thatſachen ſcheinen anzudeuten, daß bei einer mechaniſchen Trennung der Materie in die kleinſten Theilchen, wenn die Maſſe ſehr gering im Verhältniß zur Oberfläche wird, die electriſche Spannung ſich bis zur Licht- und Wärmeſtrahlung erhöhen kann. Verſuche mit einem großen Hohlſpiegel haben bisher nicht entſcheidende Beweiſe von dem Daſein ſtrahlender Wärme im Zodiacallichte gegeben. (Lettre de Mr. Matthiessen à Mr. Arago in den Comptes rendus T. XVI. 1843 Avril p. 687.)

keit wahrnahm, ja während mir kleine Sterne 5ter und 6ter Größe in gleicher ungeschwächter Lichtstärke zu leuchten schienen, in den obersten Luftschichten Verdichtungen vorgingen, welche die Durchsichtigkeit oder vielmehr die Lichtreflexion auf eine eigenthümliche, uns unbekannte Weise modificirten? Für die Annahme solcher meteorologischen Ursachen an der Grenze unsres Luftkreises sprechen auch die von dem scharfsichtigen Olbers*) beobachteten „Aufloderungen und Pulsationen, welche einen ganzen Cometenschweif in wenigen Secunden durchzittern, und bei denen derselbe sich bald um mehrere Grade verlängert, bald darauf wieder verkürzt. Da die einzelnen Theile des Millionen von Meilen langen Schweifes sehr ungleich von der Erde entfernt sind, so können nach den Gesetzen der Geschwindigkeit und Fortpflanzung des Lichts wirkliche Veränderungen in einem, ungeheure Räume ausfüllenden Weltkörper nicht von uns in so kurzen Intervallen gesehen werden." Diese Betrachtungen schließen keineswegs die Realität veränderter Ausströmung um die verdichteten Kernhüllen eines Cometen aus, nicht die Realität plötzlich eintretender Aufheiterungen des Zodiacallichts durch innere Molecularbewegung, durch vermehrte oder verminderte Lichtreflexion in dem Weltdunste des Lichtringes; sie sollen nur aufmerksam machen auf den Unterschied von dem, was der Himmelsluft (dem Weltraume selbst) oder den irdischen Luftschichten zugehört, durch die wir sehen. Was an der ohnedies mannigfaltig bestrittenen oberen Grenze unserer Atmosphäre vorgeht, ist, wie wohl beobachtete Thatsachen zeigen, keineswegs vollständig zu erklären. Die wundersame Erhellung ganzer Nächte, in denen man in den Breiten von Italien und dem nördlichen Deutschlande im Jahr 1831 kleine Schrift um Mitternacht lesen konnte, steht in klarem Widerspruch mit allem, was wir nach den neuesten und schärfsten Untersuchungen über die Crepuscular-Theorie und über die Höhe der Atmosphäre wissen†). Von noch unergründeten Bedingungen hangen Lichtphänomene ab, deren Veränderlichkeit in der Dämmerungsgrenze, wie in dem Zodiacallicht uns in Verwunderung setzt.

Wir haben bis hierher betrachtet, was zu unserer Sonne gehört, die Welt der Gestaltungen, welche von ihr regiert wird, Haupt- und Nebenplaneten, Cometen von kurzer und langer Umlaufszeit, meteorförmige Asteroiden, die sporadisch oder

*) „Was Sie mir von den Lichtveränderungen im Zodiacallichte und den Ursachen sagen, welchen Sie unter den Tropen solche Veränderungen zuschreiben, hat um so mehr mein Interesse erregt, als ich seit langer Zeit, in jedem Frühjahr, besonders aufmerksam auf jene Erscheinung in unsern nördlichen Breiten gewesen bin. Auch ich habe immer geglaubt, daß das Thierkreislicht rotire; aber ich nahm an, daß es sich mit beträchtlich zunehmender Helligkeit ganz bis zur Sonne erstrecke (gegen Poisson's Aeußerung, die Sie mir mittheilen). Den lichten Kranz, der sich bei totalen Sonnenfinsternissen um die verfinsterte Sonne zeigt, habe ich für diesen glänzendsten Theil des Zodiacallichts gehalten. Ich habe mich überzeugt, daß dieses Licht in einzelnen Jahren sehr verschieden, oft mehrere Jahre hinter einander sehr hell und ausgedehnt, oft auch, in andren Jahren, gar nicht wahrzunehmen ist. Die erste Spur vom Dasein des Zodiacallichts glaube ich in einem Briefe von Rothmann an Tycho zu bemerken, der diesem meldet, er habe im Frühjahr die Tiefe der Sonne unter dem Horizont, bei Ende der Abenddämmerung, 24° gefunden. Gewiß hat Rothmann das Verschwinden des untergehenden Thierkreislichtes in den Dünsten des Abend-Horizonts mit dem wirklichen Ende der Abenddämmerung verwechselt. Aufwallungen habe ich selbst, vermuthlich wegen der Schwäche, womit in unseren Gegenden das Zodiacallicht erscheint, durchaus nicht bemerken können. Sie haben aber gewiß Recht, wenn Sie dergleichen schnelle Lichtveränderungen dimmlischer Gegenstände, die Sie in dem Tropen-Klima wahrgenommen, unserer Atmosphäre, vorzüglich den hohen Regionen derselben, zuschreiben. Das zeigt sich am deutlichsten in den Schweifen großer Cometen. Oft sieht man, besonders bei dem heitersten Wetter, in diesen Schweifen Pulsationen, die vom Kopfe des Cometen, als dem niedrigsten Punkte anfangen und in 1 oder 2 Secunden den ganzen Schweif durchzittern, wobei sich dann der Schweif schnell um einige Grade zu verlängern und gleich wieder zu verkürzen scheint. Daß diese Aufloderungen, auf die ehemals Robert Hooke und in neueren Zeiten Schröder und Chladni sehr aufmerksam waren, nicht in dem Cometenschweife selbst vorgehen, sondern durch unsre Atmosphäre hervorgebracht sind, wird klar, wenn man bedenkt, daß die einzelnen Theile der (mehrere Millionen Meilen langen) Cometenschweife in sehr verschiedenen Abständen von uns liegen, und daß das Licht von ihnen nur in Zeiträumen zu uns gelangen kann, die um mehrere Minuten von einander verschieden sind. Ob, was Sie am Orinoco, nicht in Intervallen von Secunden, sondern von Minuten gesehen, wirkliche Coruscationen des Thierkreislichtes waren, oder ganz und allein den oberen Schichten unseres Lichtkreises zugehörte, will ich nicht entscheiden. Auch weiß ich mir die so merkwürdigen Erhellungen ganzer Nächte, die anomalen Verstärkungen und Verlängerungen der Dämmerung im Jahr 1831 nicht zu erklären, besonders da man bemerkt haben will, daß der hellste Theil dieser sonderbaren Dämmerungen nicht mit dem Orte der Sonne unter dem Horizonte zusammentraf." (Aus einem Briefe des Dr. Olbers an mich, Bremen den 26. März 1833.)

†) Biot, Traité d'Astron. physique (3me éd.) 1841 T. I, p. 171, 238 und 312.

in geschlossenen Ringen, wie in Ströme zusammengedrängt, sich bewegen; endlich einen leuchtenden Nebelring, welcher der Erdbahn nahe um die Sonne kreist, und dem, seiner Lage wegen, der Name des Zodiacallichtes verbleiben kann. Ueberall herrscht das Gesetz der Wiederkehr in den Bewegungen, so verschieden auch das Maaß der Wurfgeschwindigkeit oder die Menge der zusammengeballten materiellen Theile ist; nur die Asteroiden, die aus dem Weltraume in unsern Dunstkreis fallen, werden in der Fortsetzung ihres planetarischen Umschwunges gehemmt und einem größeren Planeten angeeignet. In dem Sonnensystem, dessen Grenzen die anziehende Kraft des Centralkörpers bestimmt, werden Cometen bis zu einer Ferne von 44 Uranusweiten in ihrer elliptischen Laufbahn zur Wiederkehr umgelenkt; ja in diesen Cometen selbst, deren Kern uns, bei der geringen Masse, welche sie enthalten, wie ein hinziehendes kosmisches Gewölk erscheint, fesselt dieser Kern, durch seine Anziehung, noch die äußersten Theile des Schweifes in einer viele Millionen Meilen langen Ausströmung. So sind die Centralkräfte die bildenden, gestaltenden, aber auch die erhaltenden Kräfte eines Systems.

Unsere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und fast nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden, doch um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systemes kreisend, welcher bisweilen in sie selbst fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharret. Ganz verschieden von dieser Erscheinung ist die translatorische Bewegung der Sonne, die fortschreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnensystems im Weltraume. Sie geschieht mit einer solchen Schnelligkeit*), daß, nach Bessel, die relative Bewegung der Sonne und des 61sten Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographische Meilen beträgt. Dieser Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61sten Sterns im Sternbild des Schwans z. B. ist so beträchtlich, daß sie in 700 Jahren schon bis zu einem ganzen Grade wird angewachsen sein.

Das Maaß oder die Quantität solcher Veränderungen am Fixsternhimmel (Veränderungen in der relativen Lage selbstleuchtender Gestirne gegen einander) ist mit mehr Sicherheit zu bestimmen, als die Erscheinung selbst genetisch zu deuten. Wenn auch schon abgezogen worden, was dem Vorrücken der Nachtgleichen und der Nutation der Erdachse, als Folge der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde, was der Fortpflanzung, d. i. Abirrung des Lichtes, und der durch die diametral entgegengesetzte Stellung der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne erzeugten Parallaxe zugehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne doch immer noch zugleich enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der eigenen wirklichen Bewegung der Sterne ist. Die schwierige numerische Sondrung dieser beiden Elemente der eigenen und der scheinbaren Bewegung hat man durch die sorgfältige Angabe der Richtungen in der Bewegung der einzelnen Sterne und durch die Betrachtung möglich gemacht, daß, wenn alle Sterne in absoluter Ruhe wären, sie sich perspectivisch von dem Punkt entfernen würden, gegen den die Sonne ihren Lauf richtet. Das Endresultat der Untersuchung, welches die Wahrscheinlichkeits-Rechnung bestätigt, ist gewesen, daß beide, unser Sonnensystem und die Sterne, ihren Ort im Weltraum verändern. Nach der vortrefflichen Untersuchung von Argelander, der (in Abo) die von Wilhelm Herschel und Prevost unternommene Arbeit erweitert†) und ansehnlich vervollkommnet

*) Bessel in Schum. Jahrb. für 1839 S. 51; vielleicht 1 Million Meilen täglich, auf das mindeste in relativer Geschwindigkeit 834000 Meilen, also mehr als die doppelte Umlaufsgeschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne.

†) Ueber Bewegung des Sonnensystems nach Brad-

Sinn. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blüthenstengels einer amerikanischen Aloe (Agave americana) richtete: genau wie der Astronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz setzt. In dem Gesammtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchstraße, dessen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer besonderen Erläuterung. Wilhelm Herschel, der sichere und bewundernswürdige Führer in diesen Weiträumen, hat durch seine Stern-Aichungen gefunden, daß die telescopische Breite der Milchstraße eine sechs bis sieben Grad größere Ausdehnung hat, als unsre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigen *). Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone sich vereinigen, in der Gegend des Cepheus und der Cassiopea, wie um den Scorpion und Schützen, scheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwischen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollsten Region, zieht sich von 330000 Sternen, die in 5° Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengesetzten hin. Hier vermuthet Herschel den Aufbruch der Schicht †). Die Zahl der unterscheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen telescopischen Sterne der Milchstraße wird auf 18 Millionen geschätzt. Um die Größe dieser Zahl, ich sage nicht zu fassen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erster bis sechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 6000 Sterne mit bloßem Auge gesehen werden. In dem unfruchtbaren Erstaunen, was Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geistige Natur oder das Empfindungsvermögen des Menschen erregen, begegnen sich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinsten Thierleben. Ein Cubikzoll des Polirschiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieselartigen Panzern der Galionellen.

Der Milchstraße der Sterne, welcher nach Argelander's schaffsinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erscheinen, steht beinahe rechtwinklig eine Milchstraße von Nebelflecken entgegen. Die erstere bildet nach Sir John Herschel's Ansichten einen Ring, einen freistehenden, von der linsenförmigen Sterneninsel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unser Planetensystem liegt excentrisch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte der Cassiopea ‡). In einem von Messier 1774 entdeckten, aber unvollkommen gesehenen Nebelflecke scheint das Bild unserer Sternschicht und des getheilten Ringes unsrer Milchstraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichsam abgespiegelt ||). Die Milchstraße der Nebelflecke gehört nicht unserer Sternschicht selbst an; sie umgiebt dieselbe, ohne physischen Zusammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht sich hin, fast in der Gestalt eines größten Kreises, durch die dichten Nebel der Jungfrau (besonders am nörd-

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.

†) Arago im Annuaire 1842 p. 459.

‡) Sir John Herschel in einem Briefe aus Feldhausen vom 13. Januar 1836. Nichol, Archit. of the Heavens 1838 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herschel über den sternleeren Raum, der uns in großem Abstande von der Milchstraße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

||) Sir John Herschel, Astron. § 624. Derselbe in Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Transact. 1833 P. II, p. 479 fig. 25): „we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own."

Wenn wir in der linſenförmigen Sternenſchicht, zu der wir gehören, unſre Sonne mit den andern ſogenannten Fixſternen, alſo mit anderen ſelbſtleuchtenden Sonnen, vergleichen, ſo finden wir wenigſtens bei einigen derſelben Wege eröffnet, welche annäherungsweiſe, innerhalb gewiſſer äußerſten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Maſſe, und der Geſchwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abſtänden der Sonne von der Erde an, ſo iſt der Centralkörper unſres Planetenſyſtems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von 61 im Sternbilde des Schwans faſt 31300, von α im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt. Die Vergleichung des Volums der Sonne mit dem Volum der Fixſterne erſter Größe iſt von einem äußerſt unſichern optiſchen Elemente, dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Fixſterne, abhängig. Nimmt man nun mit Herſchel den ſcheinbaren Durchmeſſer des Arcturus auch nur zum zehnten Theil einer Secunde an, ſo ergiebt ſich daraus doch der wirkliche Durchmeſſer dieſes Sterns noch eilfmal größer als der der Sonne *). Die durch Beſſel bekannt gewordene Entfernung des 61ſten Sterns des Schwans hat annäherungsweiſe zu der Kenntniß der Menge von körperlichen Theilen geführt, welche derſelbe als Doppelſtern enthält. Ohnerachtet ſeit Bradley's Beobachtungen der durchlaufene Theil der ſcheinbaren Bahn noch nicht groß genug iſt, um daraus mit Genauigkeit auf die wahre Bahn und den größten Halbmeſſer derſelben ſchließen zu können; ſo iſt es doch dem großen Königsberger Aſtronomen †) wahrſcheinlich geworden, „daß die Maſſe jenes Doppelſterns nicht beträchtlich kleiner oder größer iſt, als die Hälfte der Maſſe unſrer Sonne.“ Dies iſt das Reſultat einer wirklichen Meſſung. Analogien, welche von der größeren Maſſe der mondenbegleiteten Planeten unſres Sonnenſyſtems und von der Thatſache hergenommen werden, daß Struve ſechsmal mehr Doppelſterne unter den helleren Fixſternen als unter den teleſcopiſchen findet, haben andere Aſtronomen vermuthen laſſen, daß die Maſſe der größeren Zahl der Sternenpaare, im Durchſchnitt ‡), die Sonnenmaſſe übertrifft. Allgemeine Reſultate ſind hier noch lange nicht zu erlangen. In Bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unſre Sonne nach Argelander in die Claſſe der ſtark bewegten Fixſterne.

Der Anblick des geſtirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke, wie die Vertheilung ihrer Lichtmaſſen, die landſchaftliche Anmuth des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines ſolchen Ausdrucks bedienen darf, hangen im Lauf der Jahrtauſende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Geſtirne und Lichtnebel, von der Tranſlation unſres Sonnenſyſtems im Weltraume, von dem einzelnen Auflodern neuer Sterne und dem Verſchwinden oder der plötzlich geſchwächten Licht-Intenſität der älteren, endlich und vorzüglich von den Veränderungen, welche die Erdachſe durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die ſchönen Sterne des Centaur und des ſüdlichen Kreuzes werden einſt in unſeren nördlichen Breiten ſichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niederſinken. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Cepheus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier als der prachtvollſte aller möglichen Polarſterne erſcheinen wird. Dieſe Angaben verſinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeittheilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortſchreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantaſie, die Schärfe unſerer Sinne übernatürlich bis zur äußerſten Grenze des teleſcopiſchen Sehens erhöht, und zuſammengedrängt, was durch große Zeitabſchnitte getrennt iſt, ſo verſchwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen

*) Philos. Transact. for 1803 p. 225. Arago im Annuaire 1842 p. 375. Will man ſich die etwas früher im Texte bezeichnete Entfernung der Fixſterne bequemer verſinnlichen, ſo erinnere man ſich, daß, wenn die Erde von der Sonne in einem Fuß Entfernung angenommen wird, Uranus 19 Fuß und Wega der Leier 34½ geographiſche Meilen von der Sonne entfernt iſt.

†) Beſſel in Schum. Jahrbuche 1839 S. 53.

‡) Mädler, Aſtr. S. 476. Derſelbe in Schum Jahrb. 1839 S. 95.

Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blüthenstengels einer amerikanischen Aloe (Agave americana) richtete: genau wie der Astronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz setzt. In dem Gesammtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchstraße, dessen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer besonderen Erläuterung. Wilhelm Herschel, der sichere und bewundernswürdige Führer in diesen Welträumen, hat durch seine Stern-Aichungen gefunden, daß die telescopische Breite der Milchstraße eine sechs bis sieben Grad größere Ausdehnung hat, als unsre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigen *). Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone sich vereinigen, in der Gegend des Cepheus und der Cassiopea, wie um den Scorpion und Schützen, scheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwischen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollsten Region, zieht sich von 330000 Sternen, die in 5° Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengesetzten hin. Hier vermuthet Herschel den Aufbruch der Schicht †). Die Zahl der unterscheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen telescopischen Sterne der Milchstraße wird auf 18 Millionen geschätzt. Um die Größe dieser Zahl, ich sage nicht zu fassen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erster bis sechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 8000 Sterne mit bloßem Auge gesehen werden. In dem unfruchtbaren Erstaunen, was Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geistige Natur oder das Empfindungsvermögen des Menschen erregen, begegnen sich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinsten Thierleben. Ein Cubikzoll des Polirschiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieselartigen Panzern der Galionellen.

Der Milchstraße der Sterne, welcher nach Argelander's schaffsinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erscheinen, steht beinahe rechtwinklig eine Milchstraße von Nebelflecken entgegen. Die erstere bildet nach Sir John Herschel's Ansichten einen Ring, einen freistehenden, von der linsenförmigen Sterneninsel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unser Planetensystem liegt excentrisch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte der Cassiopea ‡). In einem von Messier 1774 entdeckten, aber unvollkommen gesehenen Nebelflecke scheint das Bild unserer Sternschicht und des getheilten Ringes unsrer Milchstraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichsam abgespiegelt ||). Die Milchstraße der Nebelflecke gehört nicht unserer Sternschicht selbst an; sie umgiebt dieselbe, ohne physischen Zusammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht sich hin, fast in der Gestalt eines größten Kreises, durch die dichten Nebel der Jungfrau (besonders am nörd-

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.

†) Kraus im Annuaire 1842 p. 459.

‡) Sir John Herschel in einem Briefe aus Feldhausen vom 13. Januar 1836. Nicholl, Archit. of the Heavens 1838 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herschel über den sternleeren Raum, der uns in großem Abstande von der Milchstraße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

||) Sir John Herschel, Astron. § 624. Derselbe in Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Transact. 1833 P. II, p. 479 fig. 25): „we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own."

lichen Flügel), durch das Haupthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fisch. Sie durchschneidet wahrscheinlich in der Cassiopea die Milchstraße der Sterne, und verbindet ihre sternarmen, durch haufenbildende Kraft verödeten Pole *) da, wo die Sternschicht räumlich die mindere Dicke hat.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, daß, während unser Sternhaufe in seinen auslaufenden Aesten Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an sich trägt und, durch secundäre Anziehungspunkte, sich aufzulösen und zu zersetzen strebt, derselbe von zwei Ringen, einem sehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieser letztere Ring (unsere Milchstraße) ist ein Gemisch von nebellosen Sternen, im Durchschnitte von zehnter bis eilfter Größe †), einzeln aber betrachtet sehr verschiedenartiger Größe, während isolirte Sternhaufen (Sternschwärme) fast immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Ueberall, wo mit mächtigen, raumdurchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforscht ist, werden Sterne, sei es auch nur teleskopische 20ster bis 24ster Ordnung, oder leuchtende Nebel gesehen. Ein Theil dieser Nebel würde wahrscheinlich für noch kräftigere optische Werkzeuge sich in Sterne auflösen. Unsere Netzhaut erhält den Eindruck einzelner oder sehr zusammengedrängter Lichtpunkte, woraus, wie Arago neuerlichst gezeigt hat, ganz verschiedene photometrische Verhältnisse der Lichtempfindung ‡) entstehen. Der kosmische Nebel, gestaltet oder formlos, allgemein verbreitet, durch Verdichtung Wärme erzeugend, modificirt wahrscheinlich die Durchsichtigkeit des Weltraums, und vermindert die gleichartige Intensität der Helligkeit, welche nach Halley und Olbers entstehen müßte, wenn jeder Punkt des Himmelsgewölbes, der Tiefe nach, von einer endlosen Reihe von Sternen bedeckt wäre ||). Die Annahme einer solchen Bedeckung widerspricht der Beobachtung. Diese zeigt große ganz sternleere Regionen, Oeffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herschel sie nennt, eine im Scorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden sich auflösliche Nebelflecke. Der, welcher am westlichen Rande der Oeffnung im Scorpion steht, ist einer der reichsten und zusammengedrängtesten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch schreibt Herschel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieser Randgruppen ¶) die Oeffnungen selbst als sternleere Regionen zu. „Es sind Theile unserer Sternschicht," sagt er in der schönen Lebendigkeit seines Styls, „die bereits große Verwüstung von der Zeit erlitten haben." Wenn man sich die hinter einander liegenden teleskopischen Sterne wie einen Sternenteppich denkt, der das ganze scheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, so sind, glaube ich, jene sternleeren Stellen des Scorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu betrachten, durch die wir in den fernsten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs sind unterbrochen, andere Sterne mögen auch davor liegen, aber sie sind unerreichbar für unsre Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Rissen (chasmata) in der Himmelsdecke geleitet. Diese Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu sein, waren sie erleuchtet und feuria, wegen des hinterliegenden, durchscheinenden, entzündeten Aethers §). Derham und selbst Huygens schienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären **).

---

*) Sir Will. Herschel in den Transact. for 1785 P. I, p. 257. Sir John Herschel, Astr. § 616. („The nebulous region of the heavens forms a nebulous milky way composed of distinct nebulae as the other of stars. (Derselbe in einem Briefe an mich vom März 1829.)

†) John Herschel, Astron. § 585.

‡) Arago im Annuaire 1842 p. 282—285, 409—411 und 436—442.

||) Olbers über die Durchsichtigkeit des Weltraums in Bode's Jahrbuch 1826 S. 110—121.

¶) „An opening in the heavens," William Herschel in den Transact. for 1785 Vol. LXXV, P. 1. p. 256. Le Français Lalande in der Connaiss. des tems pour l'an VIII, p. 383. Arago im Annuaire 1842 p. 425.

§) Aristot. Meteor. II. 5, 1. Seneca, Natur. Quaest. I. 14, 2. „Coelum discessisse" in Cic. de Divin. I, 43.

**) Arago im Annuaire 1842 p. 429.

man kennt ihre Masse und ihre Dichte, beide (Dank sei es den Fortschritten der beobachtenden und der rechnenden Astronomie!) mit stets wachsender numerischer Genauigkeit. Ueber ihrer physischen Beschaffenheit schwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unserm Erdkörper setzt uns die unmittelbare Nähe in Contact mit allen Elementen der organischen und anorganischen Schöpfung. Die ganze Fülle der verschiedenartigsten Stoffe bietet in ihrer Mischung und Umbildung, in dem ewig wechselnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiste die Nahrung, die Freuden der Erforschung, das unermeßliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellectuellen Sphäre der Menschheit, durch Ausbildung und Erstarkung des Denkvermögens, einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt sinnlicher Erscheinungen reflectirt sich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichthum der Natur, die Masse des Unterscheidbaren gehen allmälig in eine Vernunfterkenntniß über.

Hier berühre ich wieder einen Vorzug, auf welchen ich schon mehrmals hingewiesen, den Vorzug des Wissens, das einen heimathlichen Ursprung hat, dessen Möglichkeit recht eigentlich an unsere irdische Existenz geknüpft ist. Die Himmelsbeschreibung, von den fern schimmernden Nebelsternen (mit deren Sonnen) bis herab zu dem Centralkörper unsres Sostemes, fanden wir auf die allgemeinen Begriffe von Volum und Quantität der Materie beschränkt. Keine Lebensregung offenbart sich da unseren Sinnen. Nur nach Aehnlichkeiten, oft nach phantasiereichen Combinationen hat man Vermuthungen über die specifische Natur der Stoffe, über ihre Abwesenheit in diesem oder jenem Weltkörper gewagt. Die Heterogeneität der Materie, ihre chemische Verschiedenheit, die regelmäßigen Gestalten, zu denen ihre Theile sich krystallinisch und körnig an einander reihen; ihr Verhalten zu den eindringenden, abgelenkten oder getheilten Lichtwellen, zur strahlenden, durchgeleiteten oder polarisirten Wärme, zu den glanzvollen oder unsichtbaren, aber darum nicht minder wirksamen Erscheinungen des Electro-Magnetismus: diesen unermeßlichen, die Weltanschauung erhöhenden Schatz physischer Erkenntniß verdanken wir der Oberfläche des Planeten, den wir bewohnen; mehr noch dem starren als dem flüssigen Theile derselben. Wie diese Erkenntniß der Naturdinge und Naturkräfte, wie die unermeßliche Mannigfaltigkeit objectiver Wahrnehmung die geistige Thätigkeit des Geschlechts und alle Fortschritte seiner Bildung gefördert, ist schon oben bemerkt worden. Diese Verhältnisse bedürfen hier eben so wenig einer weiteren Entwickelung, als die Verkettung der Ursachen jener materiellen Macht, welche die Beherrschung eines Theils der Elemente einzelnen Völkern verliehen hat.

Wenn es mir oblag, auf den Unterschied aufmerksam zu machen, der zwischen der Natur unseres tellurischen Wissens und unserer Kenntniß der Himmelsräume und ihres Inhalts statt findet, so ist es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beschränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unsere ganze Kenntniß von der Heterogeneität der Stoffe hergenommen ist. Dieser Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es ist die Dicke der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen (Bohrlöcher und bergmännische Grubenbaue) aufgeschlossen sind. Diese Arbeiten*) erreichen in senkrechter Tiefe nicht

*) Bei den tiefsten Arbeiten der Menschen im Innern der Erde ist zu unterscheiden zwischen der absoluten Tiefe (unter der Oberfläche der Erde an dem Punkte, wo die Arbeit begonnen ist) und der relativen Tiefe (d. i. der unter dem Spiegel des Meeres). Die größte relative Tiefe, welche die Menschen bisher erreicht haben, ist vielleicht das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden; sie betrug im Juni 1844 gegen 1873½ Par. Fuß (607m, 4); die absolute Tiefe war 2094½ Fuß (680m). Die Temperatur des Wassers im Tiefsten stieg damals auf 32°,7 cent., was bei der Annahme von 9°,6 mittlerer Luftwärme eine Wärmezunahme von 1° auf 29m,6 giebt. Der artesische Brunnen von Grenelle bei Paris hat nur 1683 Fuß (547m) wahre Tiefe. Nach den Berichten des Missionars Imbert aus China wird die Tiefe unserer artesischen Brunnen von der der Feuerbrunnen, Ho-tsing, weit übertroffen, welche man abteuft, um sich Wasserstoffgas zu verschaffen, das zum Salzsieden angewendet wird. In der chinesischen Provinz Szü-tschuan sollen diese Feuerbrunnen sehr gewöhnlich die Tiefe von 1800 bis 2000 Fuß erreichen; ja, bei Tseu-Lieu-tsing (Ort des Immerfließens) soll ein Ho-tsing, mit dem Seile im Jahre 1812 gebohrt, 3000 Fuß tief sein (Humboldt, Asie centrale T. II, p. 521 und 525. Annales de l'Association de la Propagation de la Foi 1829 No. 16 p. 369). Die relative Tiefe, welche man zu Monte Massi in Toscana, südlich von Volterra, erreicht hat, beträgt nach Monteucci nur 1175 Fuß (382). Dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk kommt an relativer Tiefe

nung der Natur an das Zusammenwirken des Himmels und der Erde geknüpft. Gehört schon seinem Ursprunge nach der Erdball, wie jeder der andern Planeten, dem Centralkörper, der Sonne, und ihrer einst im Nebelringe getrennten Atmosphäre an, so besteht auch noch jetzt durch Licht und strahlende Wärme der Verkehr mit dieser nahen Sonne, wie mit allen fernen Sonnen, welche am Firmamente leuchten. Die Verschiedenheit des Maaßes dieser Einwirkungen darf den Physiker nicht abhalten, in einem Naturgemälde an den Zusammenhang und das Walten gemeinsamer, gleichartiger Kräfte zu erinnern. Eine kleine Fraction der tellurischen Wärme gehört dem Weltraume an, in welchem unser Planetensystem fortrückt, und dessen, der eisigen mittleren Polar-Wärme fast gleiche Temperatur, nach Fourier, das Product aller lichtstrahlenden Gestirne ist. Was aber kräftiger das Licht der Sonne im Luftkreise und in den oberen Erdschichten anregt, wie es wärmeerzeugend electrische und magnetische Strömungen veranlaßt, wie es zauberhaft den Lebensfunken in den organischen Gebilden an der Oberfläche der Erde erweckt und wohlthätig nährt: das wird der Gegenstand späterer Betrachtungen sein.

Indem wir uns hier der tellurischen Sphäre der Natur ausschlußweise zuwenden, werfen wir zuerst den Blick auf die Raumverhältnisse des Starren und Flüssigen, auf die Gestalt der Erde, ihre mittlere Dichtigkeit und die partielle Vertheilung dieser Dichtigkeit im Innern des Planeten, auf den Wärmegehalt und die electro-magnetische Ladung der Erde. Diese Raumverhältnisse und die der Materie inwohnenden Kräfte führen auf die Reaction des Inneren gegen das Aeußere unseres Erdkörpers; sie führen durch specielle Betrachtung einer allverbreiteten Naturmacht, der unterirdischen Wärme, auf die, nicht immer bloß dynamischen Erscheinungen des Erdbebens in ungleich ausgedehnten Erschütterungskreisen, auf den Ausbruch heißer Quellen und die mächtigeren Wirkungen vulkanischer Processe. Die von unten erschütterte, bald ruckweise und plötzlich, bald ununterbrochen und darum kaum bemerkbar gehobene Erdrinde verändert, im Lauf der Jahrhunderte, das Höhen-Verhältniß der Feste zur Oberfläche des Flüssigen, ja die Gestaltung des Meerbodens selbst. Es bilden sich gleichzeitig, seien es temporäre Spalten, seien es permanente Oeffnungen, durch welche das Innere der Erde mit dem Luftkreise in Verbindung tritt. Der unbekannten Tiefe entquollen, fließen geschmolzene Massen in schmalen Strömen längs dem Abhang der Berge hinab, bald ungestüm, bald langsam und sanft bewegt, bis die feurige Erdquelle versiegt und die Lava unter einer Decke, die sie sich selbst gebildet, Dämpfe ausstoßend, erstarrt. Neue Felsmassen entstehen dann unter unseren Augen, während daß die älteren, schon gebildeten durch plutonische Kräfte umgewandelt werden, seltener in unmittelbarer Berührung, öfter in wärmestrahlender Nähe. Auch da, wo keine Durchdringung statt findet, werden die krystallinischen Theilchen verschoben und zu einem dichteren Gewebe verbunden. Bildungen ganz anderer Natur bieten die Gewässer dar: Concretionen von Thier- und Pflanzenresten, von erdigen, kalk- und thonartigen Niederschlägen, Aggregate fein zerriebener Gebirgsarten, überdeckt mit Lagen kieselgepanzerter Infusorien und mit knochenhaltigem Schuttlande, dem Sitze urweltlicher Thierformen. Was auf so verschiedenen Wegen sich unter unseren Augen erzeugt und zu Schichten gestaltet, was durch gegenseitigen Druck und vulkanische Kräfte mannigfach gestürzt, gekrümmt oder aufgerichtet wird, führt den denkenden, einfachen Analogien sich hingebenden Beobachter auf die Vergleichung der gegenwärtigen und der längst vergangenen Zeit. Durch Combination der wirklichen Erscheinungen, durch ideale Vergrößerung der Raumverhältnisse wie des Maaßes wirkender Kräfte gelangen wir in das lange ersehnte, dunkel geahndete, erst seit einem halben Jahrhundert festbegründete Reich der Geognosie.

Man hat scharfsinnig bemerkt, „daß wir, trotz des Beschauens durch große Fernröhre, in Hinsicht der anderen Planeten (den Mond etwa abgerechnet) mehr von ihrem Innern als von ihrem Aeußeren wissen.“ Man hat sie gewogen und ihr Volum gemessen;

man kennt ihre Masse und ihre Dichte, beide (Dank sei es den Fortschritten der beobachtenden und der rechnenden Astronomie!) mit stets wachsender numerischer Genauigkeit. Ueber ihrer physischen Beschaffenheit schwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unserm Erdkörper setzt uns die unmittelbare Nähe in Contact mit allen Elementen der organischen und anorganischen Schöpfung. Die ganze Fülle der verschiedenartigsten Stoffe bietet in ihrer Mischung und Umbildung, in dem ewig wechselnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiste die Nahrung, die Freuden der Erforschung, das unermeßliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellectuellen Sphäre der Menschheit, durch Ausbildung und Erstarkung des Denkvermögens, einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt sinnlicher Erscheinungen reflectirt sich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichthum der Natur, die Masse des Unterscheidbaren gehen allmälig in eine Vernunfterkenntniß über.

Hier berühre ich wieder einen Vorzug, auf welchen ich schon mehrmals hingewiesen, den Vorzug des Wissens, das einen heimathlichen Ursprung hat, dessen Möglichkeit recht eigentlich an unsere irdische Existenz geknüpft ist. Die Himmelsbeschreibung, von den fern schimmernden Nebelsternen (mit deren Sonnen) bis herab zu dem Centralkörper unsres Systemes, fanden wir auf die allgemeinen Begriffe von Volum und Quantität der Materie beschränkt. Keine Lebensregung offenbart sich da unseren Sinnen. Nur nach Aehnlichkeiten, oft nach phantasiereichen Combinationen hat man Vermuthungen über die specifische Natur der Stoffe, über ihre Abwesenheit in diesem oder jenem Weltkörper gewagt. Die Heterogenerität der Materie, ihre chemische Verschiedenheit, die regelmäßigen Gestalten, zu denen ihre Theile sich krystallinisch und körnig an einander reihen; ihr Verhalten zu den eindringenden, abgelenkten oder getheilten Lichtwellen, zur strahlenden, durchgeleiteten oder polarisirten Wärme, zu den glanzvollen oder unsichtbaren, aber darum nicht minder wirksamen Erscheinungen des Electro-Magnetismus: diesen unermeßlichen, die Weltanschauung erhöhenden Schatz physischer Erkenntniß verdanken wir der Oberfläche des Planeten, den wir bewohnen; mehr noch dem starren als dem flüssigen Theile derselben. Wie diese Erkenntniß der Naturdinge und Naturkräfte, wie die unermeßliche Mannigfaltigkeit objectiver Wahrnehmung die geistige Thätigkeit des Geschlechts und alle Fortschritte seiner Bildung gefördert, ist schon oben bemerkt worden. Diese Verhältnisse bedürfen hier eben so wenig einer weiteren Entwickelung, als die Verkettung der Ursachen jener materiellen Macht, welche die Beherrschung eines Theils der Elemente einzelnen Völkern verliehen hat.

Wenn es mir oblag, auf den Unterschied aufmerksam zu machen, der zwischen der Natur unseres tellurischen Wissens und unserer Kenntniß der Himmelsräume und ihres Inhalts statt findet, so ist es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beschränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unsere ganze Kenntniß von der Heterogenetität der Stoffe hergenommen ist. Dieser Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es ist die Dicke der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen (Bohrlöcher und bergmännische Grubenbaue) aufgeschlossen sind. Diese Arbeiten*) erreichen in senkrechter Tiefe nicht

*) Bei den tiefsten Arbeiten der Menschen im Innern der Erde ist zu unterscheiden zwischen der absoluten Tiefe (unter der Oberfläche der Erde an dem Punkte, wo die Arbeit begonnen ist) und der relativen Tiefe (d. i. der unter dem Spiegel des Meeres). Die größte relative Tiefe, welche die Menschen bisher erreicht haben, ist vielleicht das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden; sie betrug im Juni 1844 genau 1873½ Par. Fuß (607m, 4); die absolute Tiefe war 2094½ Fuß (680m). Die Temperatur des Wassers in Tiefen stieg damals auf 32°,7 cent., was bei der Annahme von 9°,6 mittlerer Luftwärme eine Wärmezunahme von 1° auf 29m,6 giebt. Der artesische Brunnen von Grenelle bei Paris hat nur 1683 Fuß (547m) absolute Tiefe. Nach den Berichten des Missionars Imbert aus China wird die Tiefe unserer artesischen Brunnen von der der Feuerbrunnen, Ho-tsing, weit übertroffen, welche man abteuft, um sich Wasserstoffgas zu verschaffen, das zum Salzsieden angewendet wird. In der chinesischen Provinz Szü-tschuan sollen diese Feuerbrunnen sehr gewöhnlich die Tiefe von 1800 bis 2000 Fuß erreichen; ja, bei Tseu-Lieu-tsing (Ort des Immerfließens) soll ein Ho-tsing, mit dem Seile im Jahre 1812 gebohrt, 3000 Fuß tief sein (Humboldt, Asie centrale T. II, p. 521 und 525. Annales de l'Association de la Propagation de la Foi 1829 No. 16 p. 369). Die relative Tiefe, welche man zu Monte Massi in Toscana, südlich von Volterra, erreicht hat, beträgt nach Monteucci nur 1175 Fuß (382m). Dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk kommt an relativer Tiefe

viel mehr als zweitausend Fuß (weniger als $^1/_{11}$ Meile) unter dem Niveau der Meere, also nur $^1/_{9000}$ des Erdhalbmessers. Die krystallinischen Massen, durch noch thätige Vulkane ausgeworfen, meist unsern Gebirgsarten der Oberfläche ähnlich, kommen aus unbestimmbaren, gewiß 60mal größeren absoluten Tiefen, als die sind, welche die menschlichen Arbeiten erreicht haben. Auch da, wo Steinkohlenschichten sich einsenken, um in einer durch genaue Messung bestimmten Entfernung wieder aufzusteigen, kann man die Tiefe der Mulde in Zahlen angeben. Solche Einsenkungen erweisen, daß Steinkohlenflötze sammt den vorweltlichen organischen Ueberresten, die sie enthalten (in Belgien z. B.), mehrfach *) fünf-

wahrscheinlich sehr nahe das Kohlenbergwerk zu Apendale bei Newcastle under Lyme (Staffordshire). Man arbeitet dort 725 Yards oder 2045 Par. Fuß unter der Oberfläche (Thomas Smith, Miner's Guide 1836, p. 160). Leider ist mir die Höhe der Hängebank über dem Meeresspiegel nicht genau bekannt. Die relative Tiefe der Grube Monk Wearmouth bei Newcastle ist nur 1404 Fuß (Phillips im Peilos. Magaz. Vol. V, 1834 p. 446), die der Lütticher Steinkohlengrube Espérance zu Seraign nach Herrn Bergbauptmann von Dechen 1271 Fuß, die ehemalige der Steinkohlengrube Marihaye bei Val St. Lambert im Maasthale nach dem Ingénieur des Mines Herrn Gernaert 1157 Fuß. Die absolut tiefsten Arbeiten, welche die Menschen unternommen haben, sind meist in so hohen Gebirgsebenen oder so hohem Thalboden angesetzt worden, daß dieselben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer sehr geringen Tiefe unter dieses Niveau gelangt sind. So hatte einst der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu Kuttenberg in Böhmen die ungeheure absolute Tiefe von 3545 Fuß (Fr. A. Schmidt, Berggesetze der österr. Mon. Abth. I, Bd. I, S. XXXII). Auch zu St. Daniel und beim Geist am Rorerbübel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrh. die Baue 2916 Fuß tief. Man bewahrt noch die Grubenrisse der Arbeiten am Rörerbübel vom Jahre 1539.) Joseph von Sperges, Tyroler Bergwerksgeschichte S. 121. Vergl. auch Humboldt, Gutachten über Herantreibung des Meißner Stollens in die Freiberger Erzrevier, abgedruckt in Herder über den jetzt begonnenen Erbstollen 1838 S. CXXIV.) Man konnte glauben, daß die Kunde von der außerordentlichen Tiefe des Rörerbübel früh nach England gelangt war; denn in Gilbert de Magnete stände ich die Behauptung, daß der Mensch 2400 bis 3000 Fuß tief in die Erdrinde gedrungen sei. („Exigua videtur terrae portio, quae unquam hominibus spectanda emerget aut eruitur: cum profundius in ejus viscera, ultra efflorescentis extremitatis corruptelam, aut propter aquas in magnis fodinis, tanquam per venas scaturientes, aut propter aëris salubrioris ad vitam operariorum sustinendam necessarii defectum, aut propter ingentes sumptus ad tantos labores exantlandos, multasque difficultates, ad profundiores terrae partes penetrare non possumus; adeo ut quadringentas aut [quod rarissime] quingentas orgyas in quibusdam metallis descendisse, stupendus omnibus videatur conatus." *Guilielmi Gilberti, Colcestrensis, de Magnete Physiologia nova.* Lond. 1600 p. 40.) Die absoluten Tiefen der Bergwerke im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg sind im Thurmhofer Zug 1824 Fuß, im Hohenbirker Zug 1714 Fuß; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fuß, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von Freiberg, nach Reich's neuer Bestimmung, zu 1191 Fuß annimmt. Die absolute Tiefe der auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen (Verkreuzung des Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fuß erreicht; so daß, wenn die Hängebank nach des Herrn von Dechen Messungen ungefähr 2250 Fuß über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresspiegel erreicht haben. Am Harz wird auf der Grube Samson zu Andreasberg in 2062 Fuß absoluter Tiefe gebaut. In dem ehemaligen spanischen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die Valenciana bei Guanaruato (Mexico), wo ich die absolute Tiefe der Planes de San Bernardo 1582 Fuß gefunden habe. Es fehlen aber den Planes noch 5592 Fuß, um den Meeresspiegel zu erreichen. Wenn man die Tiefe der ehemaligen Kuttenberger Grubenbaue (eine Tiefe, welche die Höhe unsers Brockens übertrifft und der des Vesuvs nur um 200 Fuß nachsteht) mit der größten Höhe der von Menschen aufgeführten Gebäude (der Pyramide des Cheops und des Strasburger Münsters) vergleicht, so findet man das Verhältniß von 8 zu 1. Bei den vielen unbestimmten und durch falsche Reduction der Maaße auf den Pariser Fuß verunstalteten Angaben, welche unsre geognostischen Schriften noch immer enthalten, schien es mir wichtig, in dieser Anmerkung alles zusammenzustellen, was ich Sicheres über die größten absoluten und relativen Tiefen der Grubenbaue und Bohrlocher habe auffinden können. Wenn man von Jerusalem östlich gegen das todte Meer hinabsteigt, so genießt man einen Anblick, den, nach unseren jetzigen hypsometrischen Kenntnissen der Oberfläche unsers Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann; man schreitet, indem man sich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fließt, an *bellem Tage* auf Gesteinschichten, die nach Bertou's und Rußegger's barometrischem Nivellement 1300 Fuß in senkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeers liegen (Humboldt, Asie centrale T. II. p. 323.)

*) *Muldenförmig* gekrümmte Schichten, die man sich einsenken und in einer zu messenden Entfernung wieder aufsteigen sieht, geben, wenn sie auch in den tiefsten Punkten nicht durch bergmännische Arbeiten erreicht werden, doch sinnliche Kenntniß von der Beschaffenheit der Erdrinde in großen Abständen von der Oberfläche. Angaben dieser Art gewähren demnach ein großes geognostisches Interesse. Ich verdanke die folgenden dem vortrefflichen Geognosten Herrn von Dechen. Er schreibt: „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich am Mont St. Gilles, welche ich gemeinschaftlich mit unserm Freunde Herrn von Oeynhausen zu 3650 Fuß unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiß nicht 400 Fuß absolute Höhe hat, an 3250 Fuß unter dem Meeresspiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt sogar noch volle 1750 Fuß tiefer. Alle diese Tiefen sind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenflöze in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, daß das unterste Kohlenflöz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt ist, bei Bettingen, nordöstlich von Saarlouis, bis 19406 und 20656 Fuß ($^9/_{10}$ geogr. Meile) unter dem Meeresspiegel herabgeht." Dieses Resultat übertrifft noch um 8000 Fuß die Annahme, welche ich im Texte des Kosmos für eine Mulde devonischer Schichten gegeben. Jene Steinkohlenflöze liegen also so tief unter dem Niveau des Meeres, als der Chimborazo über demselben sich erhebt: in einer Tiefe, in welcher die Erdwärme an 224° betragen muß. Von den höchsten Gipfeln des Himalaya bis zu jenen Mulden, welche die Vegetation der Vorwelt enthalten, ist demnach ein senkrechter Abstand von 45000 Fuß, d. i. $^1/_{210}$ des Erdhalbmessers.

perpendiculäre Richtung der großen Axe des Mondsphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir sehen, eine Anhäufung, die das Verhältniß der Rotation zur Umlaufszeit bestimmt und bis zur ältesten Bildungsepoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematische Figur der Erde ist die mit nicht strömendem Wasser bedeckte Oberfläche derselben;“ auf sie beziehen sich alle geodätischen auf den Meeresspiegel reducirten Gradmessungen. Von dieser mathematischen Oberfläche der Erde ist die physische, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starren, verschieden*). Die ganze Figur der Erde ist bestimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Aequatorial-Durchmessers kennt. Um ein vollständiges Bild der Gestaltung zu erlangen, wären aber Messungen in zwei auf einander senkrechten Richtungen nöthig.

Eilf Gradmessungen (Bestimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verschiedenen Gegenden), von denen neun bloß unserem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den schon Plinius†) „einen Punkt im unermeßlichen Weltall“ nennt, kennen gelehrt. Wenn dieselben nicht übereinstimmen in der Krümmung verschiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, so spricht eben dieser Umstand für die Genauigkeit der angewandten Instrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Resultate. Der Schluß selbst von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Aequator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten ist abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in seinem Innern. Wenn Newton aus theoretischen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Cassini schon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter‡), in seinem unsterblichen Werke Philosophiae Naturalis Principia die Abplattung der Erde bei einer homogenen Masse auf $^1/_{230}$ bestimmte; so haben dagegen wirkliche Messungen unter dem mächtigen Einflusse der neuen vervollkommneten Analyse erwiesen, daß die Abplattung des Erdsphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, sehr nahe $^1/_{300}$ ist.

Drei Methoden sind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen; es ist dieselbe aus Gradmessungen, aus Pendelschwingungen und aus gewissen Ungleichheiten der Mondsbahn geschlossen. Die erste Methode ist eine unmittelbare geometrisch-astronomische; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräften geschlossen, welche diese Bewegungen erzeugen, und von diesen Kräften auf die Ursache derselben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweise der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derselben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Gestalt und Kräften mahnt, und weil diese Anwendung selbst die glückliche Veranlassung geworden ist, die Genauigkeit der Instrumente (der raummessenden, der optischen und zeitbestimmenden)

*) Bessel, allgemeine Betrachtungen über Gradmessungen nach astronomisch-geodätischen Arbeiten, am Schluß von Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondeshälfte s. Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 308.)

†) Plin. II, 68. Seneca, Nat. Quaest. Praef. c. II. El Mundo es poco (die Erde ist klein und enge), schrieb Columbus aus Jamaica an die Königin Isabella den 7. Julius 1503; nicht etwa nach den philosophischen Ansichten der beiden Römer, sondern weil es ihm vortheilhaft schien, zu behaupten, der Weg von Spanien sei nicht lang, wenn man, wie er sagte, „den Orient von Westen her suche.“ Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du 15me siècle T. I, p. 82 und T. II. p. 327; wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Fréret und Gosselin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verschiedenheit in den Angaben des Erdperimeters bei den Griechen bloß scheinbar sei und auf Verschiedenheit der Stadien beruhe, schon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorschlag über die Bestimmung der päpstlichen Demarcationslinie, vorgetragen wurde.

‡) Brewster, Life of Sir Isaac Newton 1831 p. 126: „The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of its cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth.“ Cassini kündigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiters ($^1/_{15}$) erst 1691 an (Anciens Memoires de l'Acad. des Sciences T. II, p. 108); aber wir wissen durch Lalande (Astron. 3mo éd. T. III, p. 335), daß Maraldi einige gedruckte Bogen des von Cassini angefangenen lateinischen Werkes „über die Flecke der Planeten“ besaß, aus welchem zu ersehen war, daß Cassini bereits vor 1666, also 21 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's Principia, die Abplattung des Jupiter kannte.

der Organismus fast auf die Thierwelt beschränkt. Das tropfbar-flüssige Element wird wiederum von dem Dunstkreise bedeckt, einem Luftocean, in welchem die Bergketten und Hochebenen der Feste wie Untiefen aufsteigen, mannigfaltige Strömungen und Temperaturwechsel erzeugen, Feuchtigkeit aus der Wolkenregion sammeln, und so in ihrer geneigten Bodenfläche durch strömendes Wasser Bewegung und Leben verbreiten.

Wenn die Geographie der Pflanzen und Thiere von diesen verwickelten Contrasten der Meer- und Ländervertheilung, der Gestaltung der Oberfläche, der Richtung isothermer Linien (Zonen gleicher mittlerer Jahreswärme) abhängt; so sind dagegen die charakteristischen Unterschiede der Menschenstämme und ihre relative numerische Verbreitung über den Erdkörper (der letzte und edelste Gegenstand einer physischen Weltbeschreibung) nicht durch jene Naturverhältnisse allein, sondern zugleich und vorzüglich durch die Fortschritte der Gesittung, der geistigen Ausbildung, der die politische Uebermacht begründenden National-Cultur bedingt. Einige Racen, fest dem Boden anhangend, werden verdrängt und durch gefahrvolle Nähe der gebildeteren ihrem Untergange zugeführt; es bleibt von ihnen kaum eine schwache Spur geschichtlicher Kunde; andere Stämme, der Zahl nach nicht die stärkeren, durchschiffen das flüssige Element. Fast allgegenwärtig durch dieses, haben sie allein, obgleich spät erst, von einem Pole zum anderen, die räumliche, graphische Kenntniß der ganzen Oberfläche unsres Planeten, wenigstens fast aller Küstenländer, erlangt.

So ist denn hier, ehe ich in dem Naturgemälde der tellurischen Sphäre der Erscheinungen das Einzelne berühre, im allgemeinen gezeigt worden, wie, nach der Betrachtung der Gestalt des Erdkörpers, der von ihm perpetuirlich ausgehenden Kraftäußerung des Electro-Magnetismus und der unterirdischen Wärme, die Verhältnisse der Erdoberfläche in horizontaler Ausdehnung und Höhe, der geognostische Typus der Formationen, das Gebiet der Meere (des Tropfbar-Flüssigen) und des Luftkreises, mit seinen meteorologischen Processen, die geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere, endlich die physischen Abstufungen des einigen, überall geistiger Cultur fähigen Menschengeschlechts in Einer und derselben Anschauung vereinigt werden können. Diese Einheit der Anschauung setzt eine Verkettung der Erscheinungen nach ihrem inneren Zusammenhange voraus. Eine bloße tabellarische Aneinanderreihung derselben erfüllt nicht den Zweck, den ich mir vorgesetzt; sie befriedigt nicht das Bedürfniß einer kosmischen Darstellung, welches der Anblick der Natur auf Meer- und Land-Reisen, ein sorgfältiges Studium der Gebilde und Kräfte, der lebendige Eindruck eines Naturganzen unter den verschiedensten Erdstrichen in mir erregt haben. Vieles, das in diesem Versuche so überaus mangelhaft ist, wird bei der beschleunigten Zunahme des Wissens, deren sich alle Theile der physikalischen Wissenschaften erfreuen, vielleicht in naher Zukunft berichtigt und vervollständigt werden. Es liegt ja in dem Entwickelungsgange aller Disciplinen, daß das, was lange isolirt gestanden, sich allgemach verkettet und höheren Gesetzen untergeordnet wird. Ich bezeichne nur den empirischen Weg, auf dem ich und viele mir Gleichgesinnte fortschreiten, erwartungsvoll, daß man uns, wie einst, nach Plato's Ausspruch, Sokrates es forderte*), „die Natur nach der Vernunft auslege."

Die Schilderung der tellurischen Erscheinungen in ihren Hauptmomenten muß mit der Gestalt und den Raumverhältnissen unsres Planeten beginnen. Auch hier darf man sagen: nicht etwa bloß die mineralogische Beschaffenheit, die krystallinisch körnigen oder die dichten, mit Versteinerungen angefüllten Gebirgsarten, nein, die geometrische Gestalt der Erde selbst bezeugt die Art ihrer Entstehung, sie ist ihre Geschichte. Ein elliptisches Rotations-Sphäroid deutet auf eine einst weiche oder flüssige Masse. Zu den ältesten geognostischen Begebenheiten, allen Verständigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeschrieben, gehört die Abplattung, wie auch (um ein anderes uns sehr nahes Beispiel anzuführen) die

*) Plato, Phaedo p. 97 (Aristot. Metaph. p. 985). Vergl. Hegel, Philosophie der Geschichte 1840 S. 16.

perpetuirliche Richtung der großen Axe des Mondsphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir sehen, eine Anhäufung, die das Verhältniß der Rotation zur Umlaufszeit bestimmt und bis zur ältesten Bildungsepoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematische Figur der Erde ist die mit nicht strömendem Wasser bedeckte Oberfläche derselben;" auf sie beziehen sich alle geodätischen auf den Meeresspiegel reducirten Gradmessungen. Von dieser mathematischen Oberfläche der Erde ist die physische, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starren, verschieden*). Die ganze Figur der Erde ist bestimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Aequatorial-Durchmessers kennt. Um ein vollständiges Bild der Gestaltung zu erlangen, wären aber Messungen in zwei auf einander senkrechten Richtungen nöthig.

Eilf Gradmessungen (Bestimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verschiedenen Gegenden), von denen neun bloß unserem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den schon Plinius†) „einen Punkt im unermeßlichen Weltall" nennt, kennen gelehrt. Wenn dieselben nicht übereinstimmen in der Krümmung verschiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, so spricht eben dieser Umstand für die Genauigkeit der angewandten Instrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Resultate. Der Schluß selbst von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Aequator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten ist abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in seinem Innern. Wenn Newton aus theoretischen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Cassini schon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter‡), in seinem unsterblichen Werke Philosophiae Naturalis Principia die Abplattung der Erde bei einer homogenen Masse auf $^1/_{230}$ bestimmte; so haben dagegen wirkliche Messungen unter dem mächtigen Einflusse der neuen vervollkommneten Analyse erwiesen, daß die Abplattung des Erdsphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, sehr nahe $^1/_{300}$ ist.

Drei Methoden sind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen; es ist dieselbe aus Gradmessungen, aus Pendelschwingungen und aus gewissen Ungleichheiten der Mondsbahn geschlossen. Die erste Methode ist eine unmittelbare geometrisch-astronomische; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräften geschlossen, welche diese Bewegungen erzeugen, und von diesen Kräften auf die Ursache derselben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweise der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derselben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Gestalt und Kräften mahnt, und weil diese Anwendung selbst die glückliche Veranlassung geworden ist, die Genauigkeit der Instrumente (der raummessenden, der optischen und zeitbestimmenden)

*) Bessel, allgemeine Betrachtungen über Gradmessungen nach astronomisch-geodätischen Arbeiten, am Schluß von Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondhälfte s. Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 308.)

†) Plin. II, 68. Seneca, Nat. Quaest. Praef. c. II. El Mundo es poco (die Erde ist klein und enge), schreibt Columbus aus Jamaica an die Königin Isabella den 7. Julius 1503; nicht etwa nach den philosophischen Ansichten der beiden Römer, sondern weil es ihm vortheilhaft schien, zu behaupten, der Weg von Spanien sei nicht lang, wenn man, wie er sagte, „den Orient von Westen her suche." Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du 15me siècle T. I, p. 83 und T. II, p. 327; wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Fréret und Gosselin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verschiedenheit in den Angaben des Erdperimeters bei den Griechen bloß scheinbar sei und auf Verschiedenheit der Stadien beruhe, schon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorschlag über die Bestimmung der päpstlichen Demarcationslinie, vorgetragen wurde.

‡) Brewster, Life of Sir Isaac Newton 1831 p. 126: „The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of its cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth." Cassini kündigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiters ($^1/_{15}$) erst 1691 an (Anciens Memoires de l'Acad. des Sciences T. II, p. 108); aber wir wissen durch Lalande (Astron. 3me éd. T. III, p. 335), daß Maraldi einige gedruckte Bogen des von Cassini angefangenen lateinischen Werkes „über die Flecke der Planeten" besaß, aus welchem zu ersehen war, daß Cassini bereits vor 1666, also 21 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's Principia, die Abplattung des Jupiter kannte.

zu schärfen, die Fundamente der Astronomie und Mechanik in Hinsicht auf Mondbewegung und auf Erörterung des Widerstandes, den die Pendelschwingungen erleiden, zu vervollkommnen, ja der Analysis eigene und unbetretene Wege zu eröffnen. Die Geschichte der Wissenschaften bietet neben der Untersuchung der Parallaxe der Fixsterne, die zur Aberration und Nutation geführt hat, kein Problem dar, in welchem in gleichem Grade das erlangte Resultat (die Kenntniß der mittleren Abplattung und die Gewißheit, daß die Figur der Erde keine regelmäßige ist) an Wichtigkeit dem nachsteht, was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommnung des mathematischen und astronomischen Wissens gewonnen worden ist. Die Vergleichung von elf Gradmessungen, unter denen drei außereuropäische, die alte peruanische und zwei ostindische, begriffen sind, hat, nach den strengsten theoretischen Anforderungen von Bessel berechnet, eine Abplattung von $^1/_{299}$ gegeben *). Danach ist der Polar-Halbmesser 10938 Toisen, fast $2\frac{1}{3}$ geographische Meilen, kürzer als der Aequatorial-Halbmesser des elliptischen Rotations-Sphäroids. Die Anschwellung unter dem Aequator in Folge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt also, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als $4^3/_7$mal die Höhe des Montblanc, nur $2\frac{1}{4}$mal die wahrscheinliche Höhe des Dhawalagiri-Gipfels in der Himalaya-Kette. Die Mondsgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Untersuchungen von Laplace fast dasselbe Resultat der Abplattung ($^1/_{299}$) als die Gradenmessungen. Aus den Pendelversuchen folgt im Ganzen†) eine weit größere Abplattung ($^1/_{288}$).

Galilei, der während des Gottesdienstes, wahrscheinlich etwas zerstreut, schon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Kronleuchtern, welche in ungleicher Höhe hingen, die ganze Höhe eines Kirchengewölbes zu messen sei; hatte freilich nicht geahndet, wie das Pendel einst von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Gestalt der

---

*) Nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen, in welcher der von Puissant aufgefundene Fehler in der Berechnung der französischen Gradmessung berücksichtigt wurde (Schumacher, Astron. Nachr. 1841 Nr. 438 S. 116), ist die halbe große Axe des elliptischen Rotations-Sphäroids, dem sich die unregelmäßige Figur der Erde am meisten nähert, 3272077', 14; die halbe kleine Axe 3261139',33; die Abplattung $^1/_{299{\cdot}152}$; die Länge des mittleren Meridiangrades 57013', 109, mit einem Fehler von +2',8403: woraus folgt die Länge einer geographischen Meile von 3807',23. Frühere Combinationen der Gradmessungen schwankten zwischen $^1/_{302}$ und $^1/_{287}$: so Walbeck, de forma et magnitudine telluris in demensis arcubus meridiani definiendis, $^1/_{302{\cdot}73}$ in 1819; Ed. Schmidt (Lehrbuch der mathem. und phys. Geographie S. V) $^1/_{297{\cdot}48}$ in 1829 aus sieben Gradmessungen. Ueber den Einfluß großer Unterschiede der Längen auf die Polar-Abplattung s. Bibliothèque universelle T. XXXIII, p. 181 und T. XXXV. p. 56, auch Connaissance des tems 1829 p. 290. — Aus den Mondgleichungen allein fand Laplace zuerst Expos. du Syst. du Monde p. 229) nach den älteren Tafeln von Bürg $^1/_{304{\cdot}6}$; später nach den Monds-Beobachtungen von Burckhardt und Bouvard $^1/_{299{\cdot}8}$ Mécanique céleste T. V, p. 13 und 43.

†) Die Pendelschwingungen geben als allgemeines Resultat der großen Expedition von Sabine (1822 und 1823, vom Aequator bis 80° nördl. Breite) $^1/_{289{\cdot}7}$; nach Freycinet, wenn man die Versuchsreihen von Ile de France, Guam und Mowi (Maui) ausschließt, $^1/_{289{\cdot}2}$; nach Foster $^1/_{289{\cdot}5}$; nach Duperrey $^1/_{286{\cdot}4}$; nach Lütke Partie nautique 1836 p. 232) aus 11 Stationen $^1/_{289}$. Dagegen folgt aus den Beobachtungen zwischen Formentera und Dünkirchen (Connaiss. des tems 1816 p. 330) nach Maubieu $^1/_{299{\cdot}2}$, und zwischen Formentera bis Insel Unst nach Biot $^1/_{304}$. Vergl. Baily, Report on Pendulum Experiments in den Memoirs of the Royal Astron. Society Vol. VII. p. 69; auch Borenius in Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1843 T. I. p. 25. — Der erste Vorschlag, die Pendellänge zur Maaßbestimmung anzuwenden und den dritten Theil des Secunden-Pendels (als wäre derselbe überall von gleicher Länge) wie einen pes horarius zum allgemeinen, von allen Völkern immer wiederzufindenden Maaße festzusetzen, findet sich in Huygen's Horologium oscillatorium 1673 Prop. 25. Ein solcher Wunsch wurde 1742 in einem öffentlich unter dem Aequator aufgestellten Monumente von Bouguer, La Condamine und Godin auf's neue ausgesprochen. Es heißt in der schönen Marmortafel, die ich noch unversehrt in dem ehemaligen Jesuiter-Collegium in Quito gesehen habe: Pendulli simplicis aequinoctialis unius minuti secundi archetypus, mensurae naturalis exemplar, utinam universalis! Aus dem, was La Condamine in seinem Journal du Voyage à l'Equateur 1751 p. 163 von unausgefüllten Stellen in der Inschrift und einem kleinen Hader über die Zahlen mit Bouguer sagt, vermuthete ich, beträchtliche Unterschiede zwischen der Marmortafel und der in Paris bekannt gemachten Inschrift zu finden. Nach mehrmaliger Vergleichung bemerkte ich aber nur zwei ganz unerhebliche: ex arcu graduum 3½ statt ex arcu graduum plus quam trium und statt 1742 die Jahrzahl 1745. Die letztere Angabe ist sonderbar, da La Condamine im November 1744, Bouguer im Junius desselben Jahres nach Europa zurückkamen, auch Godin Südamerika schon im Julius 1744 verlassen hatte. Die nothwendigste und nützlichste Verbesserung in den Zahlen der Inschrift würde die der astronomischen Länge der Stadt Quito gewesen sein (Humboldt, Recueil d'Observ. astron. T. II. p. 319—354). Neuere an ägyptischen Monumenten eingegrabene Breiten geben uns ein neueres Beispiel von der Gefahr, welche eine feierliche Perpetuirung falscher oder unvorsichtig berechneter Resultate darbietet.

ɪrde zu bestimmen, oder vielmehr um die Ueberzeugung zu geben, daß die ungleiche Dichigkeit der Erdschichten die Länge des Secunden-Pendels durch verwickelte, aber in großen ändersstrecken sich fast gleichmäßig äußernde Local-Attractionen afficire. Diese geognoɪischen Beziehungen eines zeitmessenden Instruments, diese Eigenschaft des Pendels, wie in Senkblei die ungesehene Tiefe zu erspähen, ja in vulkanischen Inseln*) oder am Abange gehobener continentaler Bergketten†), statt der Höhlungen dichte Massen von Basalt und Melaphyr anzudeuten, erschweren (trotz der bewundernswürdigen Einfachheit er Methode) die Erlangung eines allgemeinen Resultats, die Herleitung der Figur er Erde aus Beobachtung von Pendelschwingungen. Auch in dem astronomischen Theile er Messung eines Breitengrades wirken ablenkend und nachtheilig, doch nicht in gleichem Maaße, Gebirgsketten oder dichtere Schichten des Bodens.

Da die Gestalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, besonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, so läßt die vervollkommnete Kenntniß der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Gestalt der Erde zurückschließen. Demnach hätte, wie Laplace sich sinnig ausdrückt‡), ein Astronom, „ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Gestalt und Größe der Erde, sondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde bestimmen können, Resultate, die erst durch lange und mühevolle Unternehmungen nach den entlegensten Gegenden beider Hemisphären erlangt worden sind.“ Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geschlossen wird, gewährt den Vorzug, daß sie, was einzelne Gradmessungen und Pendelversuche nicht leisten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende ist. Mit der Rotations-Geschwindigkeit verglichen, beweist sie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdschichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin, eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achsen-Verhältnisse des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in diesen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntniß äußerer Gestaltung zu Schlüssen über die innere Beschaffenheit der Weltkörper.

---

*) Ueber die vermehrte Intensität der Anziehung in mittelmeerischen Inseln (St. Helena, Ualan, Fernando de Noronha, Ile de France, Guaham, Mowi und Galapagos), mit Ausnahme der Insel Nawak, vielleicht (Lütke p. 246) wegen ihrer Nähe zu dem hohen Lande von Neu-Guinea, s. Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 701.

†) Zahlreiche Beobachtungen zeigen auch mitten in den Continenten große Unregelmäßigkeiten der Pendelzüngen, die man Local-Anziehungen zuschreibt. (Delambre, Mesure de la Méridienne T. III. p. 548; Biot in den Mém. de l'Académie des Sciences T. VIII. 1829, p. 18 u. 23.) Wenn man im südlichen Frankreich und der Lombardei von Westen nach Osten fortschreitet, so findet man in Bordeaux die geringste Intensität der Schwerkraft; und diese Intensität nimmt stufenweise zu in den östlicher gelegenen Orten, Figeac, Clermont-Ferrand, Mailand und Padua. Die letzte Stadt bietet das Maximum der Anziehung dar. Der Einfluß des südlichen Abhanges der Alpenkette ist nicht bloß der allgemeinen Größe ihres Volums, sondern, wie Elie de Beaumont (Rech. sur les Révol. de la surface du Globe 1830 p. 729) glaubt, am meisten den Melaphyr- und Serpentin-Gesteinen zuzuschreiben, welche die Kette gehoben haben. Am Abhange des Ararat, der, mit dem Kaukasus, wie im Schwerpunkte des aus Europa, Asien und Afrika bestehenden alten Continents liegt, zeigen Fedorow's so genaue Pendelversuche ebenfalls nicht Höhlen, sondern dichte vulkanische Massen an (Parrot, Reise zum Ararat Bd. II. S. 141). In den geodätischen Operationen von Carlini und Plana in der Lombardei haben sich Unterschiede zwischen den unmittelbaren Breiten-Beobachtungen und den Resultaten jener Operationen von 20″ bis 47″,8 gefunden. (S. die Beispiele von Andrate und Mondovi, Mailand und Padua in den Opérations géodés. et astron. pour la mesure d'un arc du parallèle moyen T. II. p. 347; Effemeridi astron. di Milano 1842 p. 57.) Mailand auf Bern reducirt, wie es aus der französischen Triangulation folgt, hat die Breite von 45°27, 52″, während daß die unmittelbaren astronomischen Beobachtungen die Breite zu 45° 27′ 35″ geben. Da die Perturbationen sich in der lombardischen Ebene bis Parma weit südlich vom Po erstrecken (Plana, Opérat. géod. T. II. p. 847), so kann man vermuthen, daß selbst in der Bodenbeschaffenheit der Ebene ablenkende Ursachen wirken. Aehnliche Erfahrungen hat Struve in den flachsten Theilen des östlichen Europa's gemacht (Schumacher, Astron. Nachrichten 1830 Nr. 164 S. 399). Ueber den Einfluß von dichten Massen, welche man in einer geringen, der mittleren Höhe der Alpenkette gleichen Tiefe voraussetzt, s. die analytischen Ausdrücke (nach Hossart und Rozet) in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 292, welche zu vergleichen sind mit Poisson, Traité de Mécanique (2. éd.) T. I. p. 482. Die frühesten Andeutungen von dem Einfluß der Gebirgsarten auf die Schwingungen des Pendels hat übrigens Thomas Young gegeben in den Philosoph. Transactions for 1819 p. 70—96. Bei den Schlüssen von der Pendellänge auf die Erdkrümmung ist wohl die Möglichkeit nicht zu übersehen, daß die Erdrinde kann früher erhärtet gewesen sein, als metallische und dichte basaltische Massen aus der Tiefe durch offene Gangklüfte eingedrungen und der Oberfläche nahe gekommen sind.

‡) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 231.

Die nördliche und südliche Erdhälfte scheinen unter gleichen Breitengraden ungefähr dieselbe Erdkrümmung*) darzubieten; aber Pendelversuche und Gradmessungen geben, wie schon oben bemerkt, für einzelne Theile der Oberfläche so verschiedene Resultate, daß man keine regelmäßige Figur angeben kann, welche allen auf diesen Wegen bisher erhaltenen Resultaten genügen würde. Die wirkliche Figur der Erde verhält sich zu einer regelmäßigen, „wie die unebene Oberfläche eines bewegten Wassers sich zu der ebenen Oberfläche eines ruhigen verhält."

Nachdem die Erde gemessen worden ist, mußte sie gewogen werden. Pendelschwingungen und Bleiloth haben ebenfalls dazu gedient, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen: sei es, daß man in Vereinigung astronomischer und geodätischer Operationen die Ablenkung des Bleiloths von der Verticale in der Nähe eines Berges suchte, oder durch Vergleichung der Pendellänge in der Ebene und auf dem Gipfel einer Anhöhe, oder endlich durch Anwendung einer Drehwage, die man als ein horizontal schwingendes Pendel betrachten kann, die relative Dichtigkeit der nahen Erdschichten maß. Von diesen drei Methoden†) ist die letzte die sicherste, da sie unabhängig von der schwierigen Bestimmung der Dichtigkeit der Mineralien ist, aus welchen das sphärische Segment eines Berges besteht, in dessen Nähe man beobachtet. Sie giebt nach den neuesten Versuchen von Reich 5,44; d. h. sie zeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde so vielmal größer ist, als die des reinen Wassers. Da nun nach der Natur der Gebirgsschichten, welche den trockenen, continentalen Theil der Erdoberfläche bilden, die Dichtigkeit dieses Theils kaum 2,7, die Dichtigkeit der trocknen und oceanischen Oberfläche zusammen kaum 1,6 beträgt, so folgt aus jener Angabe, wie sehr die elliptischen ungleich abgeplatteten Schichten des Inneren durch Druck oder durch Heterogeneität der Stoffe gegen das Centrum zu an Dichtigkeit zunehmen. Hier zeigt sich wieder, daß das Pendel, das senkrechte wie das horizontal schwingende, mit Recht ein geognostisches Instrument genannt worden ist.

Aber die Schlüsse, zu welchen der Gebrauch eines solchen Instruments führt, hat berühmte Physiker, nach Verschiedenheit der Hypothesen, von denen man ausging, zu ganz entgegengesetzten Ansichten über die Naturbeschaffenheit des Inneren des Erdkörpers geleitet. Man hat berechnet, in welchen Tiefen tropfbar-flüssige, ja selbst luftförmige Stoffe durch den eigenen Druck ihrer auf einander gelagerten Schichten die Dichtigkeit der Platina oder selbst des Iridiums übertreffen würden; und um die innerhalb sehr enger Grenzen bekannte

*) La Caille's Pendelmessungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, die Mathieu mit vieler Sorgfalt berechnet hat (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 479), geben eine Abplattung von $^1/_{284}$; aber nach mehrfachen Vergleichungen der Beobachtungen unter gleichen Breiten in beiden Hemisphären (Neu-Holland und Malouinen verglichen mit Barcelona, Neu-York und Dünkirchen) ist bisher kein Grund vorhanden, die mittlere Abplattung der südlichen Halbkugel für größer als die der nördlichen zu halten (Biot in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1829 p. 39—41).

†) Die drei Beobachtungs-Methoden geben folgende Resultate: 1) durch Ablenkung des Senkbleis in der Nähe des Berges Shehallien (galisch Thichallin) in Pertshire 4,713 bei Maskelyne, Hutton und Playfair (1774—1776 und 1810) nach einer schon von Newton vorgeschlagenen Methode; 2) durch Pendelschwingung auf Bergen 4,837 (Carlini's Beobachtungen auf dem Mont Cenis verglichen mit Biot's Beobachtungen in Bordeaux, Effemer. astr. di Milano 1824 p. 184); 3) durch die Drehwage von Cavendish, nach einem ursprünglich von Michell ersonnenen Apparate, 5,48 (nach Hutton's Revision der Rechnung 5,32; nach der Revision von Eduard Schmidt 5,52; Lehrbuch der math. Geographie Bd. I. S. 487); durch die Drehwage von Reich 5,44. In der Berechnung dieser mit meisterhafter Genauigkeit von Prof. Reich angestellten Versuche war das ursprüngliche mittlere Resultat 5,43 (mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 0,0233); ein Resultat, das, um die Größe vermehrt, um welche die Schwungkraft der Erde die Schwerkraft vermindert, für die Breite von Freiberg (50° 55′) in 5,44 zu verwandeln ist. Die Anwendung von Massen aus Gußeisen statt des Bleies hat keine merkliche, den Beobachtungsfehlern nicht mit vollem Rechte zuzuschreibende Verschiedenheit der Anziehung, keine Spuren magnetischer Wirkungen offenbart (Reich, Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde 1838 S. 60, 62 und 66). Durch die Annahme einer zu kleinen Abplattung der Erde und durch die unsichere Schätzung der Gesteins-Dichtigkeit der Oberfläche hatte man früher die mittlere Dichtigkeit der Erde ebenfalls, wie in den Versuchen auf und an den Bergen, um $\frac{1}{6}$ zu klein gefunden; 4,761 (Laplace, Mécan. cél. T. V. p. 46) oder 4,785 (Eduard Schmidt, Lehrb. der math. Geogr. Bd. I. § 387 und 418). — Ueber die weiter unten (S. 87) angeführte Halley'sche Hypothese von der Erde als Hohlkugel (dem Keime Franklin'scher Ideen über das Erdbeben) s. Phil. Transact. for the year 1693 Vol. XVII. p. 563 (On the structure of the internal parts of the Earth and the concave habitated arch of the shell). Halley hält es für des Schöpfers würdiger, „daß der Erdball wie ein Haus von mehreren Stockwerken, von innen und außen bewohnt sei. Für Licht in der Hohlkugel würde auch wohl (p. 576) auf irgend eine Weise gesorgt werden können."

Abplattung mit der Annahme einer einfachen bis ins Unendliche compreſſibeln Subſtanz in Einklang zu bringen, hat der ſcharfſinnige Leslie den Kern der Erde als eine Hohlkugel beſchrieben, die mit ſogenannten „unwägbaren Stoffen von ungeheurer Repulſivkraft" erfüllt wäre. Dieſe gewagten und willkührlichen Vermuthungen haben in ganz unwiſſenſchaftlichen Kreiſen bald noch phantaſiereichere Träume hervorgerufen. Die Hohlkugel iſt nach und nach mit Pflanzen und Thieren bevölkert worden, über die zwei kleine unterirdiſch kreiſende Planeten, Pluto und Proſerpina, ihr mildes Licht ausgießen. Immer gleiche Wärme herrſcht in dieſen inneren Erdräumen, und die durch Compreſſion ſelbſtleuchtende Luft könnte wohl die Planeten der Unterwelt entbehrlich machen. Nahe am Nordpol, unter 82° Breite, da wo das Polarlicht ausſtrömt, iſt eine ungeheure Oeffnung, durch die man in die Hohlkugel hinabſteigen kann. Zu einer ſolchen unterirdiſchen Expedition ſind Sir Humphry Davy und ich vom Capitän Symmes wiederholt und öffentlich aufgefordert worden. So mächtig iſt die krankhafte Neigung der Menſchen, unbekümmert um das widerſprechende Zeugniß wohlbegründeter Thatſachen oder allgemein anerkannter Naturgeſetze, ungeſehene Räume mit Wundergeſtalten zu füllen. Schon der berühmte Halley hatte, am Ende des 17ten Jahrhunderts, in ſeinen magnetiſchen Speculationen die Erde ausgehöhlt. Ein unterirdiſch frei rotirender Kern verurſacht durch ſeine Stellung die tägliche und jährliche Veränderung der magnetiſchen Abweichung! Was bei dem geiſtreichen Holberg eine heitere Fiction war, hat man zu unſerer Zeit mit langweiligem Ernſte in ein wiſſenſchaftliches Gewand zu kleiden verſucht.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, ſtehen in inniger Verbindung mit den Kräften, die ſie beleben, ſofern nämlich dieſe Kräfte nicht von außen her durch die planetariſche Stellung gegen einen leuchtenden Centralkörper angeregt oder erweckt ſind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotirende Maſſe einwirkenden Schwungkraft, offenbart den früheren Zuſtand der Füſſigkeit unſres Planeten. Bei dem Erſtarren dieſer Flüſſigkeit, die man geneigt iſt als eine dunſtförmige, bereits urſprünglich zu einer ſehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, iſt eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Fing der Proceß der Erſtarrung, wie Fourier will, von der zuerſt durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, ſo blieben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Theile flüſſig und glühend. Da nach langer Ausſtrömung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche ſich endlich ein Stabilitäts-Zuſtand in der Temperatur des Erdkörpers hergeſtellt hat, ſo wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdiſche Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Waſſer, welche den Bohrlöchern (arteſiſchen Brunnen) entquellen, unmittelbare Verſuche über die Temperatur des Geſteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkaniſche Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geſchmolzener Maſſen aus geöffneten Spalten, bezeugen dieſe Zunahme auf das unwiderſprechlichſte für ſehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdſchichten. Nach Schlüſſen, die ſich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieſelbe auch mehr als wahrſcheinlich weiter gegen das Centrum hin.

Was ein kunſtreicher, für dieſe Claſſe von Unterſuchungen*) eigens vervollkommneter

*) Dahin gehören die vortrefflichen analytiſchen Arbeiten von Fourier, Biot, Laplace, Poiſſon, Duhamel und Lamé. In ſeinem Werke Théorie mathématique de la Chaleur 1835 p. 3, 428—430, 436 und 521—524 (nach dem Auszug von La Rive in der Bibliothèque universelle de Genève T. LX. p. 415) hat Poiſſon einer neuen Fourier's Anſicht (Theorie analitique de la Chaleur) ganz abweichende Hypotheſe entwickelt. Er läugnet den gegenwärtigen flüſſigen Zuſtand des Kerns der Erde; er glaubt, „daß bei dem Erkalten durch Strahlung gegen das die Erde umgebende Mittel die an der Oberfläche zuerſt erſtarrten Theile herabgeſunken ſind, und daß durch einen doppelten ab- und aufwärts gehenden Strom die große Ungleichheit vermindert worden iſt, welche bei einem feſten, von der Oberfläche her erkaltenden Körper ſtatt finden würde." Es ſcheint dem großen Geometer wahrſcheinlicher, daß die Erſtarrung in den dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten angefangen habe; „das Phänomen der mit der Tiefe zunehmenden Wärme erſtrecke ſich nicht auf die ganze Erdmaſſe, und ſei bloß eine Folge der Bewegung unſres Planetenſyſtems im Weltraume, deſſen einzelne Theile durch Sternenwärme (chaleur stellaire) eine ſehr verſchiedene Temperatur haben." Die Wärme der Waſſer unſerer arteſiſchen Brunnen wäre alſo, nach Poiſſon, bloß eine von außen in den Erdkörper eingedrungene Wärme; und man könnte letzteren „als einen Felsblock betrachten, der vom Aequator nach dem Pole geſchafft wurde, aber in

analytischer Calcül über die Bewegung der Wärme in homogenen metallischen Sphäroiden gelehrt hat, ist bei unserer Unkenntniß der Stoffe, aus denen die Erde zusammengesetzt sein kann, bei der Verschiedenheit der Wärme-Capacität und Leitungsfähigkeit auf einander geschichteter Massen, bei den chemischen Umwandlungen, welche feste und flüssige Materien durch einen ungeheuren Druck erleiden, nur sehr vorsichtig auf die wirkliche Naturbeschaffenheit unsres Planeten anzuwenden. Am schwierigsten für unsere Fassungskraft ist die Vorstellung von der Grenzlinie zwischen der flüssigen Masse des Inneren und den schon erhärteten Gebirgsarten der äußeren Erdrinde, von der allmäligen Zunahme der festen Schichten und dem Zustande der Halbflüssigkeit erdiger zäher Stoffe, für welche die bekannten Gesetze der Hydraulik nur unter beträchtlichen Modificationen gelten können. Sonne und Mond, welche das Meer in Ebbe und Fluth bewegen, wirken höchst wahrscheinlich auch bis zu jenen Erdtiefen. Unter dem Gewölbe schon erstarrter Gebirgsarten kann man allerdings periodische Hebungen und Senkungen der geschmolzenen Masse, Ungleichheiten des gegen das Gewölbe ausgeübten Druckes vermuthen. Das Maaß und die Wirkung solcher Oscillation kann aber nur gering sein; und wenn der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch hier Springfluthen erregen muß, so ist doch gewiß nicht diesen, sondern mächtigeren inneren Kräften die Erschütterung der Erdoberfläche zuzuschreiben. Es giebt Gruppen von Erscheinungen, deren Existenz es nur darum nützlich ist hervorzuheben, um die Allgemeinheit des Einflusses der Attraction von Sonne und Mond auf das äußere und innere Leben der Erde zu bezeichnen, so wenig wir auch die Größe eines solchen Einflusses numerisch zu bestimmen vermögen.

Nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den artesischen Brunnen nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchschnitt mit einer senkrechten Tiefe von je 92 Pariser Fuß um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu. Befolgte diese Zunahme ein arithmetisches Verhältniß, so würde demnach, wie ich bereits oben*) angegeben, eine Granitschicht in der Tiefe von 5²/₁₀ geographischen Meilen (vier- bis fünfmal gleich dem höchsten Gipfel des Himalaya-Gebirges) geschmolzen sein.

In dem Erdkörper sind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterscheiden. Die erste ist periodisch und verändert die Temperatur der Erdschichten, indem nach Verschiedenheit des Sonnenstandes und der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demselben Wege von unten nach oben ausströmt. Die zweite Art der Bewegung

---

einer so kurzen Zeit, daß er nicht ganz zu erkalten vermochte. Die Temperatur-Zunahme in diesem Blocke würde sich nicht bis zu den Schichten seiner Mitte erstreckt haben." Die physikalischen Zweifel, welche man mit Recht gegen diese sonderbare kosmische Ansicht aufgestellt hat (gegen eine Ansicht, welche dem Himmelsraume zuschreibt, was wohl eher dem ersten Uebergange der sich ballenden Materie aus dem gasförmig flüssigen in einen festen Zustand angehört), findet man gesammelt in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIX, S 93—100.

*) Siehe oben Seite 10 und 18. Die Wärmezunahme ist gefunden worden in dem Puits de Grenelle zu Paris von 98⁴/₁₀ Fuß (32 mètres); in dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden fast 91 Fuß (29ᵐ, 6); zu Prégny bei Genf, ohnerachtet dort die obere Oeffnung des Bohrloches 1510 Fuß über dem Meeresspiegel liegt, nach Auguste de la Rive und Marcet, ebenfalls von 91 Fuß (29ᵐ, 6). Diese Uebereinstimmung der Resultate in einer Methode, welche erst im Jahre 1821 von Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes 1835 p. 234) vorgeschlagen wurde, ist sehr auffallend, und von drei Bohrlöchern hergenommen, von 1683 F. (547ᵐ), 2094 F. (680ᵐ) und 680 F. (221ᵐ) absoluter Tiefe. Die zwei Punkte der Erde, in kleiner senkrechter Entfernung unter einander, deren Jahres-Temperaturen wohl am genauesten bestimmt sind, sind wahrscheinlich die Temperatur der äußeren Luft der Sternwarte zu Paris und die Temperatur der Caves de l'Observatoire. Jene ist 10°,822 diese 11°,834, Unterschied 1°,012 auf 86 Fuß, (28ᵐ) Tiefe (Poisson, Théorie math. de la Chaleur p. 415 und 462). Freilich ist in den letzten 17 Jahren, aus noch nicht ganz ausgemittelten Ursachen, wo nicht die Temperatur der Caves de l'Observatoire, doch die Anzeige des dort stehenden Thermometers, um 0°,220 gestiegen. Wenn in Bohrlöchern bisweilen das Eindringen von Wassern aus Seitenklüften einige Störung hervorbringt, so sind in Bergwerken andere Verhältnisse erkältender Luftströmung noch schädlicher für die Genauigkeit mit vieler Mühe erforschter Resultate. Das Gesammt-Resultat von Reich's großer Arbeit über die Temperatur der Gruben im sächsischen Erzgebirge ist eine etwas langsame Wärmezunahme von 128½ (41ᵐ, 84) auf 1° (Reich, Beob. über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen 1834 S. 134). Doch hat Phillips (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 181) in einem Schachte des Kohlenbergwerks von Monk Wearmouth bei Newcastle, wo, wie ich schon oben bemerkt, 1404 Fuß (456ᵐ) unter dem Meeresspiegel gearbeitet wird, auch eine Zunahme der Wärme von 99⁹/₁₀ Fuß (32ᵐ, 4), fast ganz identisch mit Arago's Resultat im Puits de Grenelle gefunden.

Falle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupitersstrabanten, Feuersignale und wohl beachtete Sternschnuppen, innerhalb gewisser Grenzen zur geographischen Längenbestimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie von einander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich nördlich oder südlich von einem Hafen befindet*), in den er einlaufen soll.

Wenn die plötzlich in ihrem stündlichen Gange gestörte Nadel das Dasein eines magnetischen Ungewitters verkündigt, so bleibt der Sitz der Perturbations-Ursach, ob sie in der Erdrinde selbst oder im oberen Luftkreise zu suchen sei, leider! für uns noch unentschieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, so sind wir genöthigt, nach dem Ausspruch des tiefsinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, durchschnittlich *wenigstens* jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. $3^7/_{10}$ Cubikfuß, groß ist, eine eben so starke Magnetisirung beizulegen, als ein einpfündiger Magnetstab enthält†). Wenn Eisen und Nickel, wahrscheinlich auch Kobalt (nicht Chrom‡), wie man lange geglaubt hat), die alleinigen Substanzen sind, welche *dauernd* magnetisch werden und die Polarität durch eine gewisse Coercitivkraft zurückhalten, so beweisen dagegen die Erscheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrscheinlich alle tellurischen Stoffe *vorübergehend* sich magnetisch verhalten können. Nach den Versuchen des ersteren der eben genannten großen Physiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Wasser, Eis||),

---

sttill wurden, gelangten nicht von Upsala nach Alten (Gauß und Weber, Resultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 Sem. II p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderstrecken fortgehenden Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (Observ. on days of unusual magnetic disturbance 1843) gesammelt sind, ist eine der merkwürdigsten die vom 25. Sept. 1841, welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweise in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die englische Sonntagsfeier, nach der es sündhaft ist, nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzulesen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetische Ungewitter wegen des Längenunterschieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung desselben unterbrochen! (Observ. p. XIV. 78, 85 u. 87.)

*) Die im Text geschilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breiten-Bestimmungen längs einer N—S laufenden Küste, die, wie die Küste von Chili und Peru, einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt ist, habe ich angegeben in Lamétherie's Journal de Physique 1804 T. LIX. p. 449. Diese Anwendung ist in der bezeichneten Localität um so wichtiger, als, bei der heftigen Strömung von Süden nach Norden des Cabo Parina, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverlust ist, wenn man sich der Küste erst nördlich von dem gesuchten Hafen nähert. In der Südsee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterschiede von 3° 57′, eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterschied von 9° 58′, eine Inclinations-Veränderung von 33°,05 gefunden (s. meine Relation historique T. III. p. 622). Von Guayaquil (Br. 10° 4′ Süd), Huaura (Br. 11° 3′) bis Callao (Br. 11° 32′) sind die Neigungen 6°, 80; 9°, 14 und 10°,35 cent. Eintheilung. Die Ortsbestimmung mittelst der magnetischen Inclination hat da, wo der Schiffscurs die isoklinischen Linien fast senkrecht schneidet, das Merkwürdige, daß sie die einzige ist, welche jeder Zeitbestimmung, und also des Anblicks der Sonne und der anderen Gestirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erst aufgefunden, daß schon am Ende des 16ten Jahrhunderts, also kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatorium von Robert Norman, in dem großen Werke de Magnete von William Gilbert, Vorschläge, die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu bestimmen, gemacht worden sind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8. p. 200) rühmt die Methode als anwendbar „aëre caliginoso." Edward Wright in der Vorrede, welche er dem großen Werke seines Lehrers beigefügt hat, nennt einen solchen Vorschlag „vieles Goldes werth." Da er mit Gilbert irrigerweise annahm, daß die isoklinischen Linien mit den geographischen Parallelkreisen, wie der magnetische Aequator mit dem geographischen, zusammenfielen, so bemerkte er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeschränktere Anwendung hat.

†) Gauß und Weber, Resultate des magnetischen Vereins im J. 1838 § 31 S. 46.

‡) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine 1836 Vol. VIII. p. 178) ist dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzusprechen. Es ist mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Rose und Wöhler) diese Behauptung für nicht absolut entscheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Koboltmassen, welche man beide für nickelfrei hält, sich die eine als ganz unmagnetisch (im *rubenden* Magnetismus) zeigt, so scheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetische Eigenschaft einem Mangel von Reinheit verdanke, doch wahrscheinlich und für Faraday's Ansicht sprechend.

||) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewster, Treatise of Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem. Bd. II. S. 419.

demnach innerhalb der äußersten*) Grenze dieser Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers seit 2000 Jahren nicht um $^1/_{170}$ eines Grades verändert worden.

Diese Unveränderlichkeit der Form setzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Vertheilung der Dichtigkeits-Verhältnisse im Innern des Erdkörpers voraus. Die translatorischen Bewegungen, welches die Ausbrüche der jetzigen Vulkane, das Hervordringen eisenhaltiger Laven, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmassen verursachen, sind demnach nur als kleine Oberflächen-Phänomene, als Ereignisse eines Theiles der Erdrinde zu betrachten, welcher der Dimension nach gegen die Größe des Erdhalbmessers verschwindet.

Die innere Wärme des Planeten habe ich in ihrer Ursach und Vertheilung fast ausschließlich nach dem Resultate der schönen Untersuchungen Fourier's geschildert. Poisson bezweifelt die ununterbrochene Zunahme der Erdwärme von der Oberfläche der Erde zum Centrum. Er glaubt, daß alle Wärme von außen nach innen eingedrungen ist, und daß die Temperatur des Erdkörpers abhängig ist von der sehr hohen oder sehr niedrigen Temperatur der Welträume, durch welche sich das Sonnensystem bewegt hat. Diese Hypothese, von einem der tiefsinnigsten Mathematiker unserer Zeit ersonnen, hat fast nur ihn, wenig die Physiker und Geognosten befriedigt. Was aber auch die Ursache der inneren Wärme unsers Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten sein mag, immer führt sie uns in diesem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zusammenhang aller primitiven Erscheinungen der Materie, durch das gemeinsame Band, welches die Molecular-Kräfte umschlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus. Temperatur-Veränderungen bringen magnetische und electrische Ströme hervor. Der tellurische Magnetismus, dessen Hauptcharakter in der dreifachen Aeußerung seiner Kräfte eine ununterbrochene periodische Veränderlichkeit ist, wird entweder der ganzen ungleich erwärmten Erdmasse selbst†), oder jenen galvanischen Strömen zugeschrieben, die wir als Electricität in Bewegung, als Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe betrachten‡). Der geheimnißvolle Gang der Magnetnadel ist von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Orts auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel, wie an den Schwankungen des Barometers zwischen den Wendekreisen, die Stunde des Tages. Sie wird durch das ferne Nordlicht, durch die Himmelsgluth, welche an einem der Pole farbig ausstrahlt, urplötzlich, doch nur vorübergehend, afficirt. Wenn die ruhige stündliche Bewegung der Nadel durch ein magnetisches Ungewitter gestört ist, so offenbart sich die Perturbation oftmals über Meer und Land, auf Hunderte und Tausende von Meilen im strengsten Sinne des Worts gleichzeitig, oder sie pflanzt sich in kurzen Zeiträumen allmälig in jeglicher Richtung über die Oberfläche der Erde fort‖). Im ersteren

*) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 229 und 263, Mécanique cél. T. V. p. 18 und 72. Es ist zu bemerken, daß der Bruch $^1/_{170}$ eines Centesimal-Grades des Quecksilber-Thermometers, welcher im Texte als Grenze der Stabilität der Erdwärme seit Hipparch's Zeiten angegeben ist, auf der Annahme beruht, daß die Dilatation der Stoffe, aus denen der Erdkörper zusammengesetzt ist, gleich der des Glases sei, d. i. $^1/_{100000}$ für 1° Wärme. Vergl. über diese Voraussetzung Arago im Annuaire pour 1834 p. 177—190.

†) William Gilbert von Colchester, den Galilei „bis zum Neiderregen groß" nennt, sagt schon: „magnus magnes ipse est globus terrestris." Er bespöttelte die Magnetberge als Magnetpole des Fracastoro, des großen Zeitgenossen von Christoph Columbus: „rejicienda est vulgaris opinio de montibus magneticis, aut rupe aliqua magnetica, aut polo phantastico a polo mundi distante." Er nimmt die Abweichung der Magnetnadel auf dem ganzen Erdboden für unveränderlich an (variatio uniuscujusque loci constans est); und erklärt die Krümmungen der isogonischen Linien aus der Gestaltung der Continente und der relativen Lage der Meeresbecken, welche eine schwächere magnetische Triebkraft ausüben, als die über dem Ocean hervorragenden festen Massen (Gilbert de Magnete, ed. 1633, p. 42, 98, 152 und 155.)

‡) Gauß, Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in den Resultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1838 § 41 S. 56.

‖) Es giebt auch Perturbationen, die sich nicht weit fortpflanzen, mehr local sind, vielleicht einen weniger tiefen Sitz haben. Ein seltenes Beispiel solcher außerordentlichen Störung, welche in den Freiberger Gruben und nicht in Berlin gefühlt wurde, habe ich schon vor vielen Jahren bekannt gemacht (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du Magnétisme terrestre, in Becquerel's Traité expérimental de l'Electricité T. VII. p. 442). Magnetische Ungewitter, die gleichzeitig von Sicilien bis Upsala ge-

Falle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupiterstrabanten, Feuersignale und wohl beachtete Sternschnuppen, innerhalb gewisser Grenzen zur geographischen Längenbestimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie von einander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich nördlich oder südlich von einem Hafen befindet*), in den er einlaufen soll.

Wenn die plötzlich in ihrem stündlichen Gange gestörte Nadel das Dasein eines magnetischen Ungewitters verkündigt, so bleibt der Sitz der Perturbations-Ursach, ob sie in der Erdrinde selbst oder im oberen Luftkreise zu suchen sei, leider! für uns noch unentschieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, so sind wir genöthigt, nach dem Ausspruch des tiefsinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, durchschnittlich *wenigstens* jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. $3^7/_{10}$ Cubikfuß, groß ist, eine eben so starke Magnetisirung beizulegen, als ein einpfündiger Magnetstab enthält†). Wenn Eisen und Nickel, wahrscheinlich auch Kobalt (nicht Chrom‡), wie man lange geglaubt hat), die alleinigen Substanzen sind, welche *dauernd* magnetisch werden und die Polarität durch eine gewisse Coercitivkraft zurückhalten, so beweisen dagegen die Erscheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrscheinlich alle tellurischen Stoffe *vorübergehend* sich magnetisch verhalten können. Nach den Versuchen des ersteren der eben genannten großen Physiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Wasser, Eis‖),

---

fällt wurden, gelangten nicht von Upsala nach Alten (Gauß und Weber, Resultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 Sem. II p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderstrecken fortgepflanzten Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (Observ. on days of unusual magnetic disturbance 1843) gesammelt sind, ist eine der denkwürdigsten die vom 25. Sept. 1841, welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweise in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die englische Sonntagsfeier, nach der es sündhaft ist, nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzulesen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetische Ungewitter wegen des Längenunterschieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung derselben unterbrochen! (Observ. p. XIV. 78, 85 u. 87.)

*) Die im Text geschilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breiten-Bestimmungen längs einer N—S laufenden Küste, die, wie die Küste von Chili und Peru, einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt ist, habe ich angegeben in Lamétherie's Journal de Physique 1804 T. LIX. p. 449. Diese Anwendung ist in der bezeichneten Localität um so wichtiger, als, bei der heftigen Strömung von Süden nach Norden bis Cabo Parina, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverlust ist, wenn man sich der Küste erst nördlich von dem gesuchten Hafen nähert. In der Südsee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterschiede von 3° 57′, eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterschied von 9° 56′, eine Inclinations-Veränderung von 33°, 05 gefunden (Mémoire Relation historique T. III. p. 622). Von Guarmey (Br. 10° 4′ Süd), Huaura (Br. 11° 3′) bis Chancay (Br. 11° 32′) sind die Neigungen 6°, 80; 9°, 55 und 16°, 25 cent. Eintheilung. Die Ortsbestimmung mittelst der magnetischen Inclination hat da, wo der Schiffscurs die isoklinischen Linien fast senkrecht schneidet, das Merkwürdige, daß sie die einzige ist, welche jeder Zeitbestimmung, und also des Anblicks der Sonne und der anderen Gestirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erst aufgefunden, daß schon am Ende des 16ten Jahrhunderts, also kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatorium von Robert Norman, in dem großen Werke de Magnete von William Gilbert, Vorschläge, die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu bestimmen, gemacht worden sind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8. p. 200) rühmt die Methode als anwendbar „aëre caliginoso." Edward Wright in der Vorrede, welche er dem großen Werke seines Lehrers beigefügt hat, nennt einen solchen Vorschlag „vieles Goldes werth." Da er mit Gilbert irrigerweise annahm, daß die isoklinischen Linien mit den geographischen Parallelkreisen, wie der magnetische Aequator mit dem geographischen, zusammenfielen, so bemerkte er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeschränktere Anwendung hat.

†) Gauß und Weber, Resultate des magnetischen Vereins im J. 1838 § 31 S. 46.

‡) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine 1836 Vol. VIII. p. 178) ist dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzusprechen. Es ist mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Rose und Wöhler) diese Behauptung für nicht absolut entscheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Kobaltmassen, welche man beide für nickelfrei hält, sich die eine als ganz unmagnetisch (im *ruhenden* Magnetismus) zeigt, so scheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetische Eigenschaft einem Mangel von Reinheit verdanke, doch wahrscheinlich und für Faraday's Ansicht sprechend.

‖) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewster, Treatise of Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem. Bd. II. S. 419.

Curve, die der Nicht-Bewegung oder vielmehr Nicht-Veränderung der ſtündlichen Abweichung, iſt bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.

Wie man magnetiſche Pole die Punkte der Erdoberfläche nennt, wo die horizontale Kraft verſchwindet, und dieſen Punkten mehr Wichtigkeit zuſchreibt, als ihnen eigentlich zukommt*), ſo wird der magnetiſche Aequator diejenige Curve genannt, auf welcher die Neigung der Nadel null iſt. Die Lage dieſer Linie und ihre ſeculäre Geſtaltveränderung iſt in neueren Zeiten ein Gegenſtand ſorgfältiger Unterſuchung geweſen. Nach der vortrefflichen Arbeit Duperrey's†), welcher den magnetiſchen Aequator zwiſchen den Jahren 1822 und 1825 ſechsmal berührt hat, ſind die Knoten der beiden Aequatoren, die zwei Punkte, in denen die Linie ohne Neigung den terreſtriſchen Aequator ſchneidet und demnach aus einer Hemiſphäre in die andere übergeht, ſo ungleich vertheilt, daß im Jahr 1825 der Knoten bei der Inſel St. Thomas an der Weſtküſte von Afrika 188°½ von dem Knoten in der Südſee bei den kleinen Gilberts-Inſeln (faſt in dem Meridian der Viti-Gruppe) auf dem kürzeſten Wege entfernt lag. Ich habe am Anfang dieſes Jahrhunderts auf einer Höhe von 11200 Fuß über dem Meere den Punkt (7° 1′ ſüdl. Br. und 48° 40′ weſtl. L.) aſtronomiſch beſtimmen können, wo im Inneren des Neuen Continents die Andeskette zwiſchen Quito und Lima von dem magnetiſchen Aequator durchkreuzt wird. Von da in Weſten verweilt dieſer faſt durch die ganze Südſee, dem terreſtriſchen Aequator ſich langſam nähernd, in der ſüdlichen Halbkugel. Er geht erſt in die nördliche Halbkugel über kurz vor dem indiſchen Archipelagus, berührt nur die Südſpitzen von Aſien, und tritt in das afrikaniſche Feſtland ein weſtlich von Socotora, faſt in der Meerenge von Bab-el-Mandeb, wo er ſich dann am meiſten von dem terreſtriſchen Aequator entfernt. Das unbekannte Land von Inner-Afrika durchſchneidend in der Richtung nach Südweſt, kehrt der magnetiſche Aequator in dem Golf von Guinea in die ſüdliche Tropen-Zone zurück, und entfernt ſich vom terreſtriſchen Aequator ſo ſehr, daß er die braſilianiſche Küſte bei Os Ilheos nördlich von Porto Seguro in 15° ſüdl. Breite berührt. Von da an bis zu der Hochebene der Cordilleren, zwiſchen den Silbergruben von Micuipampa und dem alten Inca-Sitze von Caramarca, wo ich die Inclination beobachten konnte, durchläuft er ganz Südamerika, das für jetzt unter dieſen ſüdlichen Breiten eine magnetiſche Terra incognita, wie das Innere von Afrika, iſt.

Neue von Sabine‡) geſammelte Beobachtungen haben uns gelehrt, daß der Knoten der Inſel St. Thomas von 1825 bis 1837 bereits 4° von Oſten gegen Weſten gewandert iſt. Es wäre ungemein wichtig zu wiſſen, ob der entgegengeſetzte Pol der Gilberts-Inſeln in der Südſee eben ſo viel gegen Weſten ſich dem Meridian der Carolinen genähert hat. Die hier gegebene allgemeine Ueberſicht muß genügen, um die verſchiedenen Syſteme nicht ganz paralleler iſokliniſcher Linien an die große Erſcheinung des Gleichgewichts, welche ſich im magnetiſchen Aequator offenbart, zu knüpfen. Für die Ergründung der Geſetze des telluriſchen Magnetismus iſt es kein geringer Vorzug, daß der magnetiſche Aequator, deſſen oſcillirender Geſtaltenwechſel und deſſen Knotenbewegung, mittelſt der veränderten magnetiſchen Breiten, einen Einfluß‖) auf die Neigung der Nadel in den fernſten Weltgegenden ausüben, in ſeiner ganzen Länge, bis auf 1/5, oceaniſch und daher, durch ein merkwürdiges Raumverhältniß zwiſchen Meer und Land, um ſo zugänglicher wird, als man gegenwärtig im Beſitz von Mitteln iſt, beides, Abweichung und Inclination, während der Schifffahrt mit vieler Genauigkeit zu beſtimmen.

---

*) Gauß, Allg. Theorie des Erdmagnetismus § 31.

†) Duperrey de la configuration de l'équateur magnétique in den Annales de Chemie T. XLV. p. 371 und 379. (Vergl. auch Morlet in den Mémoires présentés par divers savans à l'Acad. roy. des Sciences T. III. p. 132).

‡) *S. die merkwürdige Carte iſokliniſcher Linien im atlantiſchen Ocean für die Jahre 1825 und 1837 in* Sabine's Contributions to terrestrial Magnetism 1840 p. 139.

‖) Humboldt über die ſeculäre Veränderung der magnetiſchen Inclination, in Poggend. Annalen Bd. XV. S. 322.

Wir haben die Vertheilung des Magnetismus auf der Oberfläche unſers Planeten nach den zwei Formen der Abweichung und der Neigung geſchildert. Es bleibt uns die dritte Form, die der Intenſität der Kraft, übrig, welche graphiſch durch iſodynamiſche Curven (Linien gleicher Intenſität) ausgedrückt wird. Die Ergründung und Meſſung dieſer Kraft durch Schwingung einer verticalen oder horizontalen Nadel hat erſt ſeit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts in ihren telluriſchen Beziehungen ein allgemeines und lebhaftes Intereſſe erregt. Die Meſſung der horizontalen Kraft iſt, beſonders durch Anwendung ſeiner optiſchen und chronometriſchen Hülfsmittel, eines Grades der Genauigkeit fähig geworden, welcher die aller anderen magnetiſchen Beſtimmungen weit übertrifft. Wenn für die unmittelbare Anwendung auf Schifffahrt und Steuerung die iſogoniſchen Linien die wichtigeren ſind, ſo zeigen ſich nach den neueſten Anſichten die iſodynamiſchen, vornehmlich die, welche die Horizontal-Kraft bezeichnen, als diejenigen, welche der Theorie des Erdmagnetismus *) die fruchtbringendſten Elemente darbieten. Am früheſten iſt durch Beobachtung die Thatſache erkannt †) worden, daß die Intenſität der Totalkraft vom Aequator gegen die Pole hin zunimmt.

---

*) Gauß, Reſultate der Beob. des magn. Vereins im Jahr 1838 § 21; Sabine, Report on the variations of the magnetic Intensity p. 63.

†) Folgendes iſt der hiſtoriſche Hergang der Auffindung des Geſetzes von der (im allgemeinen) mit der magnetiſchen Breite zunehmenden Intenſität der Kräfte. Als ich mich 1798 der Expedition des Capitän Baudin zu einer Erdumſeglung anſchließen wollte, wurde ich von Borda, der einen warmen Antheil an der Ausführung meiner Entwürfe nahm, aufgefordert, unter verſchiedenen Breiten in beiden Hemiſphären eine ſenkrechte Nadel im magnetiſchen Meridian ſchwingen zu laſſen, um zu ergründen, ob die Intenſität der Kräfte dieſelbe oder verſchieden ſei. Auf meiner Reiſe nach den amerikaniſchen Tropenländern machte ich dieſe Unterſuchung zu einer der Hauptaufgaben meiner Unternehmung. Ich beobachtete, daß dieſelbe Nadel, welche in 10 Minuten zu Paris 245, in der Havana 246, in Mexico 242 Schwingungen vollbrachte, innerhalb derſelben Zeit zu San Carlos del Rio Negro (Breite 1° 53′ N., Länge 80° 40′ W.) 216, auf dem magnetiſchen Aequator, d. i. der Linie, auf der die Neigung = 0 iſt, in Peru (Br. 7° 1′ Süd, Länge 80° 40′ W.) nur 211, in Lima (Br. 12° 2′ S.) nur 210 Schwingungen zeigte. Ich fand alſo in den Jahren 1799 bis 1803, daß die Totalkraft, wenn man dieſelbe auf dem magnetiſchen Aequator in der peruaniſchen Andeskette zwiſchen Micuipampa und Caramarca = 1,0000 ſetzt, in Paris durch 1,3482; in Mexico durch 1,1535; in San Carlos del Rio Negro durch 1,0480; in Lima durch 1,0773 ausgedrückt werde. Als ich in der Sitzung des Pariſer Inſtituts am 26. Frimaire des Jahres XIII in einer Abhandlung, deren mathematiſcher Theil Herrn Biot zugehört, dies Geſetz der verſchiedenen Intenſität der telluriſchen Magnetkraft entwickelt und durch den numeriſchen Werth der Beobachtungen in 104 verſchiedenen Punkten erwies, wurde die Thatſache als vollkommen neu betrachtet. Erſt nach der Lectüre dieſer Abhandlung, wie Biot in derſelben (Lamétherie, Journal de Physique T. LIX. p. 446 note 2) ſehr beſtimmt ſagt und ich in der Relation hist. T. I. p. 262 note I wiederholt habe, theilte Herr de Rossel jene ſechs früheren, ſchon 1791—1794 in Van Diemens Land, in Java und Amboina gemachten Schwingungs-Beobachtungen an Biot mit. Aus denſelben ergab ſich ebenfalls das Geſetz abnehmender Kraft im tropiſchen Archipelagus. Es iſt faſt zu vermuthen, daß dieſer vortreffliche Mann, in ſeiner eigenen Arbeit, die Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme der Intenſität nicht erkannt hatte, da er von dieſem gewiß nicht unwichtigen phyſiſchen Geſetze vor der Leſung meiner Abhandlung unſern gemeinſchaftlichen Freunden Laplace, Delambre, Prony und Biot nie etwas *geſagt hatte. Erſt* im Jahr 1808, vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Amerika, erſchienen die von ihm angeſtellten Beobachtungen im Voyage d' Entrecasteaux T. II. p. 287, 291, 321, 480 und 644. Bis heute hat man die Gewohnheit beibehalten, in allen magnetiſchen Intenſitäts-Tafeln, welche in Deutſchland (Hanſteen, Magnet. der Erde 1819 S. 71; Gauß, Beob. des magnet. Vereins 1838 S. 36—39; Erman, Phyſikal. Beob. 1841 S. 529—579), in England (Sabine, Report on magnet. Intensity 1838 p. 43—62; Contributions to terrestrial Magnetism 1843) und in Frankreich (Becquerel, Traité d'Electr. et de Magnét. T. VII. p. 354—367) erſchienen ſind, die irgendwo auf dem Erdkörper beobachteten Schwingungen auf das Maaß der Kraft zu reduciren, welches ich auf dem magnetiſchen Aequator im nördlichen Peru gefunden habe: ſo daß bei dieſer willkührlich angenommenen Einheit die Intenſität der magnetiſchen Kraft zu Paris 1,348 geſetzt wird. Noch älter aber als des Admirals Roſſel Beobachtungen ſind die, welche auf der unglücklichen Expedition von Lapérouſe, von dem Aufenthalt in Teneriffa (1785) an bis zur Ankunft in Macao (1787), durch Lamanon angeſtellt und an die Akademie der Wiſſenſchaften geſchickt wurden. Man weiß beſtimmt, (Becquerel T. VII. p. 320), daß ſie ſchon im Julius 1787 in den Händen Condorcet's waren; ſie ſind aber trotz aller Bemühungen bis jetzt nicht wieder aufgefunden worden. Von einem ſehr wichtigen Briefe Lamanon's an den damaligen perpetuirlichen Secretär der Akademie, den man vergeſſen in dem Voyage de Lapérouse abzudrucken, beſitzt der Capitän Duperrey eine Abſchrift. Es heißt darin ausdrücklich: „que la force attractive de l'aiment est moindre dans les tropiques qu'en avançant vers les poles, et que l'intensité magnétique déduite du nombre des oscillations de l'aiguille de la boussole d'inclinaison change et augmente avec la latitude." Hätte die Akademie der Wiſſenſchaften vor der damals gehofften Rückkunft des unglücklichen Lapérouſe ſich berechtigt geglaubt, im Lauf des Jahres 1787 eine Wahrheit zu publiciren, welche nach einander von drei Reiſenden, deren keiner den andern kannte, aufgefunden ward, ſo wäre die Theorie des telluriſchen Magnetismus 18 Jahre früher durch die Kenntniß einer neuen Claſſe von Erſcheinungen erweitert worden. Dieſe einfache Erzählung der Thatſachen kann vielleicht eine Behauptung rechtfertigen, welche der 3. Band meiner Relation historique (p. 615) enthält: „Les observations sur les variations du magnétisme terrestre auxquelles je me suis livré pendant 32 ans au moyen d'instrumens comparables entre eux en Amérique, en Europe et en Asie, embrassent, dans les deux hémisphères, depuis les frontières de la

Die Kenntniß des Maaßes dieser Zunahme und die Ergründung aller numerischen, den ganzen Erdkörper umfassenden Verhältnisse des Intensitätsgesetzes verdankt man besonders seit dem Jahre 1819 der rastlosen Thätigkeit von Edward Sabine, welcher, nachdem er am amerikanischen Nordpol, in Grönland, in Spitzbergen, an den Küsten von Guinea und in Brasilien dieselben Nadeln hat schwingen lassen, fortwährend alles sammelt und ordnet, was die Richtung der isodynamischen Linien aufklären kann. Den ersten Entwurf eines isodynamischen Systems, in Zonen getheilt, habe ich selbst für einen kleinen Theil von Südamerika geliefert. Es sind diese Linien nicht den Linien gleicher Neigung parallel; die Intensität der Kraft ist nicht, wie man anfangs geglaubt hat, am schwächsten auf dem magnetischen Aequator, sie ist nicht einmal gleich auf allen Theilen desselben. Wenn man Erman's Beobachtungen im südlichen Theile des atlantischen Oceans, wo eine schwächende Zone sich von Angola über die Insel St. Helena bis an die brasilianische Küste (0,706) hinzieht, mit den neuesten Beobachtungen des großen Seefahrers James Clark Roß vergleicht, so findet man, daß an der Oberfläche unsres Planeten die Kraft gegen den magnetischen Südpol hin, da wo das Victoria-Land sich vom Cap Crozier gegen den 11600 Fuß hohen, aus dem Eise aufsteigenden Vulkan Erebus verlängert, fast im Verhältniß wie 1 zu 3 zunimmt*). Wenn die Intensität nahe bei dem magnetischen Südpol durch 2,052 ausgedrückt wird (man nimmt noch immer zur Einheit die Intensität, welche ich auf dem magnetischen Aequator im nördlichen Peru gefunden), so fand sie Sabine dem magnetischen Nordpol nahe in Melville's Insel (Br. 74° 27′ N.) nur 1,624, während sie in den Vereinigten Staaten bei Neu-York (also fast unter Einer Breite mit Neapel) 1,803 ist.

Durch die glänzenden Entdeckungen von Oersted, Arago und Faraday ist die electrische Ladung des Luftkreises der magnetischen Ladung des Erdkörpers näher gerückt. Wenn durch Oersted aufgefunden worden ist, daß die Electricität in der Umgebung des sie fortleitenden Körpers Magnetismus erregt, so werden dagegen in Faraday's Versuchen durch den freigewordenen Magnetismus electrische Strömungen hervorgerufen. Magnetismus ist eine der vielfachen Formen, unter denen sich die Electricität offenbart. Die uralte dunkle Ahndung von der Identität der electrischen und magnetischen Anziehung ist in unserer Zeit in Erfüllung gegangen. „Wenn das Electrum (der Bernstein)," sagt Plinius †) im Sinne der ionischen Naturphilosophie des Thales, „durch Reibung und

---

Dzoungarie chinoise jusque vers l'ouest à la Mer du Sud qui baigne les côtes du Mexique et du Pérou, un espace de 188° de longitude, depuis les 60° de latitude nord jusqu' aux 12° de latitude sud. J'ai regardé la loi du décroissement des forces magnétiques, du pôle á l'équateur, comme le résultat le plus important de mon voyage américain." Es ist nicht gewiß, aber sehr wahrscheinlich, daß Condorcet den Brief Lamanon's vom Julius 1787 in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelesen hat; und eine solche bloße Vorlesung halte ich für eine vollgültige Art der Publication (Annuaire du Bureau des Longitudes 1842 p. 463.) Die erste Erkennung des Gesetzes gehört daher unstreitig dem Begleiter Lapérouse's an; aber, lange unbeachtet oder vergessen, hat, wie ich glauben darf, die Kenntniß des Gesetzes der mit der Breite veränderlichen Intensität der magnetischen Erdkraft erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804. Der Gegenstand und die Länge dieser Note wird denen nicht auffallend sein, welche mit der neueren Geschichte des Magnetismus und dem durch dieselbe angeregten Zweifel vertraut sind, auch aus eigener Erfahrung wissen, daß man einigen Werth auf das legt, womit man sich fünf Jahre lang *ununterbrochen unter* den Beschwerden des Tropenklima's *und gewagter Gebirgsreisen beschäftigt* hat.

*) Das Maximum der Intensität der ganzen Erdoberfläche ist, nach den bisher gesammelten Beobachtungen, 2,052, das Minimum 0,706. Beide Erscheinungen gehören der südlichen Hemisphäre an: die erste der Br. 73° 47′ S. und Länge 169° 30′ O., nahe bei Mount Crozier, in WNW des südlichen Magnetpols, an einem Punkte, wo Capitän James Roß die Inclination der Nadel 87° 11 fand (Sabine, Contributions to terrestrial Magnetism 1843 No. 5, p. 231); die zweite, von Erman beobachtete, unter Br. 19° 59′ S. und Länge 37° 24′ W., an 80 Meilen östlich von der brasilianischen Küste der Provinz Espiritu Santo (Erman, Phys. Beob. 1841 S. 570), an einem Punkte, wo die Inclination nur 7° 55′ ist. Das genaue Verhältniß der Intensitäten ist also wie 1 zu 2,906. Man hatte lange geglaubt, die stärkste Intensität der magnetischen Erdkraft sei nur zwei und ein halb Mal so groß, als die schwächste, welche die Oberfläche unsers Planeten zeigt (Sabine, Report on magn. Intensity p. 82).

†) Vom Bernstein (succinum, glessum) sagt Plinius XXXVII, 3: „Genera ejus plura. Attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folia arida, quae levia sunt, ac ut magnes lapis ferri ramenta quoque." (Plato in Timaeo p. 80; Martin, Études sur le Timée T. II. p. 345—346; Strabo XV. p. 703, Casaub.; Clemens Alex. Strom. 2, p. 370, wo sonderbar genug *το ενε-*

Wärme beseelt wird, so zieht es Bast und dürre Blätter an, ganz wie der Magnetstein das Eisen." Dieselben Worte finden wir in der Literatur eines Volks, das den östlichsten Theil von Asien bewohnt, bei dem chinesischen Physiker Kuopho in der Lobrede des Magneten *). Nicht ohne Ueberraschung bemerkte ich auch an den waldigen Ufern des Orinoco, bei den Kinderspielen der Wilden, unter Volksstämmen, welche auf der untersten Stufe der Rohheit stehen, daß ihnen die Erregung der Electricität durch Reibung bekannt ist. Knaben rieben die trocknen, platten und glänzenden Saamen eines rankenden Schotengewächses (wahrscheinlich einer Negretia) so lange, bis sie Fasern von Baumwolle und Bambusrohr anzogen. Was die nackten kupferbraunen Eingebornen ergötzt, ist geeignet, einen tiefen und ernsten Eindruck zu hinterlassen. Welche Kluft trennt nicht das electrische Spiel jener Wilden von der Erfindung eines gewitterentladenden metallischen Leiters, einer viele Stoffe chemisch zersetzenden Säule, eines lichterzeugenden magnetischen Apparats! In solcher Kluft liegen Jahrtausende der geistigen Entwickelungsgeschichte der Menschheit vergraben!

Der ewige Wechsel, die oscillatorische Bewegung, welche man in allen magnetischen Erscheinungen, denen der Neigung, der Abweichung, und der Intensität der Kräfte, wahrnimmt: nach den Stunden des Tages und auch der Nacht, nach den Jahreszeiten und dem Verlauf der ganzen Jahre; läßt sehr verschiedenartige partielle Systeme von electrischen Strömen in der Erdrinde vermuthen. Sind diese Strömungen, wie in Seebeck's Versuchen, thermo-magnetisch unmittelbar durch ungleiche Vertheilung der Wärme erregt? oder soll man sie nicht vielmehr als durch den Stand der Sonne, durch die Sonnenwärme inducirt †) betrachten? Hat die Rotation des Planeten und das Moment der Geschwindigkeit, welches die einzelnen Zonen nach ihrem Abstande vom Aequator erlangen, Einfluß auf die Vertheilung des Magnetismus? Soll man den Sitz der Strömungen, d. i. der bewegten Electricität, in dem Luftkreise, in den interplanetaren Räumen oder in der Polarität der Sonne und des Mondes suchen? Schon Galilei war in seinem berühmten Dialogo geneigt, die parallele Richtung der Erdachse einem magnetischen Anziehungspunkte im Weltraume zuzuschreiben.

Wenn man sich das Innere des Erdkörpers als geschmolzen und einen ungeheuren Druck erleidend, als zu einer Temperatur erhoben denkt, für die wir kein Maaß haben, so muß man wohl auf einen magnetischen Kern der Erde verzichten. Allerdings geht erst bei der Weißglühhitze aller Magnetismus verloren ‡); er äußert sich noch, wenn das Eisen dunkelrothglühend ist; und so verschieden auch die Modificationen sein mögen, welche der Molecular-Zustand und die davon abhängige Coercitivkraft der Stoffe in den Versuchen erzeugen, so bleibt immer noch eine beträchtliche Dicke der Erdschicht über, die man als Sitz der magnetischen Ströme annehmen möchte. Was die alte Erklärung der stündlichen Variationen der Abweichung durch die progressive Erwärmung der Erde im scheinbaren Sonnenlauf von Osten nach Westen anbetrifft, so muß man sich dabei freilich auf die äußerste Oberfläche beschränken: da die in den Erdboden eingesenkten, jetzt an so vielen Orten ge-

---

[illegible] und τὸ ἤλεκτρον unterschieden werden.) Wenn Thales in Aristot. de anima I, 2 und Hippias in Diog. Laertio I, 24 dem Magnet und dem Bernstein eine Seele zuschreiben, so deutet diese Beseelung nur auf ein bewegendes Princip.

*) „Der Magnet zieht das Eisen, wie der Bernstein die kleinsten Senfkörner an. Es ist wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchwebet und pfeilschnell sich mittheilt." Diese Worte gehören dem Kuopho, einem chinesischen Lobredner des Magnets, Schriftsteller aus dem Anfang des vierten Jahrhunderts (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la boussole, 1834 p. 125).

†) „The phenomena of periodical variations depend manifestly on the action of solar heat, operating probably through the medium of thermoelectric currents induced on the earth's surface. Beyond this rude guess, however, nothing is as yet known of the physical cause. It is even still a matter of speculation, whether the solar influence be a principal, or only a subordinate cause in the phenomena of terrestrial magnetism." (Observ. to be made in the Antarctic Exped. 1840 p. 35.)

‡) Barlow in den Philos. Transact. for 1822 P. I. p. 117; Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p. 129. Lange vor Gilbert und Hooke ward schon in dem chinesischen Werke Ou-thsa-tsou gelehrt, daß die Hitze die Richtkraft der Magnetnadel vermindere (Klaproth, Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la boussole p. 96).

nau beobachteten Thermometer zeigen, wie langsam die Sonnenwärme selbst auf die geringe Tiefe von einigen Fußen eindringt. Dazu ist der thermische Zustand der Meeresfläche, welche $^2/_3$ des Planeten bedeckt, solchen Erklärungen wenig günstig; wenn von unmittelbarer Einwirkung die Rede ist, nicht von Induction aus der Luft- und Dunsthülle des Planeten.

Auf alle Fragen nach den letzten physischen Ursachen so complicirter Erscheinungen ist in dem jetzigen Zustande unsers Wissens bisher keine befriedigende Antwort zu geben. Nur was in den dreifachen Manifestationen der Erdkraft sich als meßbare Verhältnisse des Raums und der Zeit, als das Gesetzmäßige im Veränderlichen darbietet, hat durch Bestimmung numerischer Mittelwerthe neuerdings die glänzendsten Fortschritte gemacht. Von Toronto in Ober-Canada an bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung und zu Van Diemens Land, von Paris bis Peking ist die Erde seit dem Jahre 1828 mit magnetischen Warten*) bedeckt worden, in denen ununterbrochen durch gleichzeitige Beobachtungen jede regelmäßige Regung der Erdkraft erspähet wird. Man mißt eine Abnahme von $^1/_{10000}$ der magnetischen Intensität, man beobachtet zu gewissen Epochen 24 Stunden lang alle $2^1/_2$ Minuten. Ein großer englischer Astronom und Physiker hat berechnet†), daß die Masse der Beobachtungen, welche zu discutiren sind, in drei

*) S. die Abhandlung on Terrestrial Magnetism im Quart. Review 1840 Vol. LXVI. p. 271—312.

†) Als die erste Aufforderung zur Errichtung dieser Warten (eines Netzes von Stationen, die mit gleichartigen Instrumenten versehen sind) von mir ausging, durfte ich nicht die Hoffnung hegen, daß ich selbst noch die Zeit erleben würde, wo durch die vereinte Thätigkeit trefflicher Physiker und Astronomen, hauptsächlich aber durch die großartige und ausdauernde Unterstützung zweier Regierungen, der russischen und großbritannischen, beide Hemisphären mit magnetischen Häusern gleichsam bedeckt sein würden. Ich hatte in den Jahren 1806 und 1807 zu Berlin mit meinem Freunde und Mitarbeiter Herrn Oltmanns, besonders zur Zeit der Solstitien und Aequinoctien, 5—6 Tage und eben so viel Nächte ununterbrochen von Stunde zu Stunde, oft von halber zu halber Stunde, den Gang der Nadel beobachtet. Ich hatte mich überzeugt, daß fortlaufende, ununterbrochene Beobachtungen (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen seien. Der Apparat, ein Prony'sches magnetisches Fernrohr, in einem Glaskasten an einem Faden ohne Torsion aufgehangen, gab an einem fern aufgestellten fein getheilten, bei Nacht durch Lampen erleuchteten Signale Winkel von 7 bis 8 Secunden. Magnetische Perturbationen (Ungewitter), die bisweilen in mehreren auf einander folgenden Nächten zu denselben Stunden wiederkehrten, ließen mich schon damals den lebhaften Wunsch äußern, ähnliche Apparate in Westen und Osten von Berlin benutzt zu sehen, um allgemeine tellurische Phänomene von dem zu unterscheiden, was localen Störungen im Innern des ungleich erwärmten Erdkörpers oder in der wolkenbildenden Atmosphäre zugehört. Meine Abreise nach Paris und die lange politische Unruhe im ganzen westlichen Europa hinderten damals die Erfüllung jenes Wunsches. Das Licht, welches (1820) die große Entdeckung Oersted's über den inneren Zusammenhang der Electricität und des Magnetismus verbreitete, erweckte endlich, nach langem Schlummer, ein allgemeines Interesse für den periodischen Wechsel der electro-magnetischen Ladung des Erdkörpers. Arago, der mehrere Jahre früher in der Sternwarte zu Paris, mit einem neuen vortrefflichen Gambey'schen Declinations-Instrumente, die längste ununterbrochene Reihe stündlicher Beobachtungen begonnen hatte, welche wir in Europa besitzen, zeigte durch Vergleichung mit gleichzeitigen Perturbations-Beobachtungen in Kasan, welchen Gewinn man aus correspondirenden Messungen der Abweichung ziehen könne. Als ich nach einem 18jährigen Aufenthalt in Frankreich nach Berlin zurückkehrte, ließ ich im Herbst 1828 ein kleines magnetisches Haus aufführen: nicht bloß, um die 1806 begonnene Arbeit fortzusetzen, sondern hauptsächlich, damit zu verabredeten Stunden gleichzeitig in Berlin, Paris und Freiberg (in einer Teufe von 35 Lachtern unter Tage) beobachtet werden könne. Die Gleichzeitigkeit der Perturbationen und der Parallelismus der Bewegungen für October und December 1829 wurde damals schon graphisch dargestellt (Poggend. Annalen Bd. XIX. S. 357 Tafel I—III). Eine auf Befehl des Kaisers von Rußland im Jahre 1829 unternommene Expedition im nördlichen Asien gab mir bald Gelegenheit, meinen Plan in einem größeren Maaßstabe auszudehnen. Es wurde dieser Plan in einer von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften speciell ernannten Commission entwickelt; und unter dem Schutze des Chefs des Bergcorps, Grafen von Canerin, und der vortrefflichen Leitung des Prof. Kupffer kamen magnetische Stationen von Nicolajeff an durch das ganze nördliche Asien über Catharinenburg, Barnaul und Nertschinsk bis Peking zu Stande. Das Jahr 1832 (Göttinger gelehrte Anzeigen St. 206) bezeichnet die große Epoche, in welcher der tiefsinnige Gründer einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, in der Göttinger Sternwarte die nach neuen Principien construirten Apparate aufstellte. Das magnetische Observatorium war 1834 vollendet, und in demselben Jahre (Resultate der Beob. des magnetischen Vereins im Jahr 1838 S. 135 und Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 426) verbreitete Gauß seine Instrumente und Beobachtungsmethode, an denen der sinnreiche Physiker Wilhelm Weber den lebhaftesten Antheil nahm, über einen großen Theil von Deutschland, Schweden und ganz Italien. In diesem nun von Göttingen wie von einem Centrum ausgehenden magnetischen Vereine wurden seit 1836 vier Jahrestermine von 24stündiger Dauer festgesetzt, welche mit denen der Aequinoctien und Solstitien, die ich befolgt und 1830 vorgeschlagen hatte, nicht übereinstimmten. Bis dahin hatte Großbritannien, im Besitz des größten Welthandels und der ausgedehntesten Schifffahrt, keinen Theil an der Bewegung genommen, welche seit 1828 wichtige Resultate für die ernstere Ergründung des tellurischen Magnetismus zu verheißen anfing. Ich war so glücklich, durch eine öffentliche Aufforderung, die ich von Berlin aus unmittelbar an den damaligen Präsidenten

Jahren auf 1958000 anwachsen wird. Nie ist eine so großartige, so erfreuliche Anstrengung gezeigt worden, um das Quantitative der Gesetze in einer Naturerscheinung zu ergründen. Man darf daher wohl mit Recht hoffen, daß diese Gesetze, mit denen verglichen, welche im Luftkreise und in noch ferneren Räumen walten, uns allmälich dem Genetischen der magnetischen Erscheinungen selbst näher führen werden. Bis jetzt können wir uns nur rühmen, daß eine größere Zahl möglicher, zur Erklärung führender Wege eröffnet worden sind. In der physischen Lehre vom Erdmagnetismus, welche mit der rein mathematischen nicht verwechselt werden darf, finden sich, wie in der Lehre von den meteorologischen Processen des Luftkreises, diejenigen vollkommen befriedigt, die in den Erscheinungen bequem alles Factische wegläugnen, was sie nicht nach ihren Ansichten erklären können.

Der tellurische Magnetismus, die electro-dynamischen, von dem geistreichen Ampère*) gemessenen Kräfte, stehen gleichzeitig in innigem Verkehr mit dem Erd- oder Polar-Lichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten, dessen Magnet-Pole als Kälte-Pole†) betrachtet werden. Wenn Halley‡) vor 128 Jahren nur als eine gewagte Vermuthung aussprach, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei, so hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetische Kräfte) jene Vermuthung zu einer empirischen Gewißheit erhoben. Es giebt Vorboten des Nordlichtes. Bereits am Morgen vor der nächtlichen Lichterscheinung verkündigt gewöhnlich der unregelmäßige stündliche Gang der Magnetnadel eine Störung des Gleichgewichts in der Vertheilung des Erdmagnetismus. Wenn diese Störung eine große Stärke erreicht, so wird das Gleichgewicht der Vertheilung durch eine von Lichtentwickelung begleitete Entladung wiederhergestellt. „Das Nordlicht‖) selbst ist dann nicht als eine äußere Ursache der Stö-

---

der Königl. Societät zu London, den Herzog von Sussex, im April 1836 richtete (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes), ein wohlwollendes Interesse für ein Unternehmen zu erregen, dessen Erwerbung längst das Ziel meiner heißesten Wünsche war. Ich drang in dem Briefe an den Herzog von Sussex auf permanente Stationen in Canada, St. Helena, auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Ile de France, Ceylon und Neu-Holland, welche ich schon fünf Jahre früher als vortheilhaft bezeichnet hatte. Es wurde in dem Schooße der Royal Society ein Joint Physical and Meteorological Committee ernannt, welches der Regierung neben den fixed magnetic Observatories in beiden Hemisphären ein equipment of a naval Expedition for magnetic observations in the Antarctic Seas verschlug. Was die Wissenschaft in dieser Angelegenheit der großen Thätigkeit von Sir John Herschel, Sabine, Airy und Lloyd, wie der mächtigen Unterstützung der 1838 zu Newcastle versammelten British Association for the advancement of Science verdankt, brauche ich hier nicht zu entwickeln. Im Junius 1839 wurde die magnetische antarctische Expedition unter den Befehle des Capitäns James Clark Roß beschlossen; und jetzt, da sie ruhmvoll zurückgekehrt ist, genießen wir zwiefache Früchte, die der wichtigsten geographischen Entdeckungen am Südpole und die gleichzeitigen Beobachtungen in 8 bis 10 magnetischen Stationen.

*) Ampère, statt die innere Erdwärme einem Leuchten der Stoffe aus dem dunstartig-flüssigen in den festen Zustand bei Bildung des Planeten zuzuschreiben, hing der mir sehr unwahrscheinlichen Meinung an, die Erdwärme sei Folge der fortdauernden chemischen Wirkung eines Kernes von Erd- und alkalischen Metallen gegen die sich oxydirende äußere Rinde. „On ne peut douter, sagt er in der meisterhaften Théorie des phénomènes électro-dynamiques (1826 p. 199), qu'il existe dans l'intérieur du Globe des courants électro-magnétiques et que ces courants sont la cause de la chaleur qui lui est propre. Ils naissent d'un noyau métallique central composé des métaux que Sir Humphrey Davy nous a fait connaître, agissant sur la couche oxidée qui entoure le noyau."

†) Der denkwürdige Zusammenhang zwischen der Krümmung der magnetischen Linien und der Krümmung meiner Isothermen ist zuerst von Sir David Brewster aufgefunden worden; s. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. IX. 1821 p. 318 und Treatise on Magnetism 1837 p. 42, 44, 47 und 268. Dieser berühmte Physiker nimmt in der nördlichen Erdhälfte zwei Kältepole (poles of maximum cold) an, einen amerikanischen (Br. 73°, Länge 102° West, nahe bei Cap Walker) und einen asiatischen (Br. 73°, Länge 78° Ost); daraus entstehen nach ihm zwei Wärme- und zwei Kälte-Meridiane, d. h. Meridiane der größten Wärme und Kälte. Schon im 16ten Jahrhunderte lehrte Acosta (Historia natural de las Indias 1589 lib. I cap. 17), indem er sich auf die Beobachtungen eines vielerfahrnen portugiesischen Piloten gründete, daß es vier Linien ohne Abweichung gebe. Diese Ansicht scheint durch die Streitigkeiten des Henry Bond (Verfassers der Longitude found 1676) mit Beckborrow auf Halley's Theorie der vier Magnetpole einigen Einfluß gehabt zu haben. S. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 60.

‡) Halley in den Philosophical Transactions Vol. XXIX. (for 1714—1716) No. 341.

‖) Dove in Poggendorff's Annalen Bd. XX. S. 341, Bd. XIX. S. 388: „Die Declinationsnadel verhält sich ungefähr wie ein atmosphärisches Electrometer, dessen Divergenz ebenfalls die gesteigerte Spannung der Electricität erzeugt, ehe diese so groß geworden ist, daß der Funken (Blitz) überschlagen kann." Vergl. auch die scharfsinnigen Betrachtungen des Prof. Kämtz in seinem Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 511—519; Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p.

rung anzusehen, sondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite jenes Leuchten, die andere die Schwingungen der Nadel sind.“ Die prachtvolle Erscheinung des farbigen Polarlichtes ist der Act der Entladung, das Ende eines magnetischen Ungewitters, wie in dem electrischen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwickelung, der Blitz, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Electricität bezeichnet. Das electrische Ungewitter ist gewöhnlich auf einen kleinen Raum eingeschränkt, und außerhalb desselben bleibt der Zustand der Luftelectricität ungeändert. Das magnetische Ungewitter dagegen offenbart seine Wirkung auf den Gang der Nadel über große Theile der Continente; wie Arago zuerst entdeckt hat, fern von dem Orte, wo die Lichtentwickelung sichtbar wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß, wie bei schwer geladenem, drohendem Gewölke und bei oftmaligem Uebergehen der Luftelectricität in einen entgegengesetzten Zustand es doch nicht immer zur Entladung in Blitzen kommt; so auch magnetische Ungewitter große Störungen des stündlichen Ganges der Nadel in weitem Umkreise hervorrufen können, ohne daß das Gleichgewicht der Vertheilung nothwendig durch Explosion, durch leuchtendes Ueberströmen von einem Pol zum Aequator oder gar von Pol zu Pol erneuert werden müsse.

Wenn man alle Einzelheiten der Erscheinung in ein Bild zusammenfassen will, so sind die Entstehung und der Verlauf eines sich ganz ausbildenden Nordlichtes also zu bezeichnen. Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieser vom magnetischen Meridian durchschnitten wird, schwärzt sich der vorher heitere Himmel. Es bildet sich wie eine dicke Nebelwand, die allmälig aufsteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne sind sichtbar in dieser wie durch einen dichten Rauch verfinsterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hellleuchtender Lichtbogen, erst weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen später entsteht, als das rauchgraue Segment, so kann man nach Argelander letzteres nicht*) einem bloßen Contraste mit dem helleren Lichtsaume zuschreiben. Der höchste Punkt des Lichtbogens ist, wo er genau gemessen†) worden ist, gewöhnlich nicht ganz im magnetischen Meridian, sondern 5°—18° abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Orts sich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole sehr nahe, erscheint das rauchähnliche Kugelsegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontalkraft am schwächsten ist, sieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetischen Meridian am weitesten entfernt.

Der Lichtbogen, in stetem Aufwallen und formveränderndem Schwanken, bleibt bisweilen Stunden lang stehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demselben hervorschießen und bis zum Zenith hinaufsteigen. Je intensiver die Entladungen des Nordlichts sind, desto lebhafter spielen die Farben vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Abstufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Electricität ist der Funke erst dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Explosion sehr heftig ist. Die magnetischen Feuersäulen steigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, selbst mit schwarzen, einem dicken Rauche ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben sie sich gleichzeitig an vielen entgegengesetzten Punkten des Horizontes und vereinigen sich in ein zuckendes Flammenmeer, dessen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick seinen leuchtenden Wellen andere und andere Gestaltungen

---

280. Ueber die magnetischen Eigenschaften des galvanischen Flammen- oder Lichtbogens an einer Bunsen'schen Kohlenzinkbatterie s. Casselmann's Beob. (Marburg 1844) S. 56—62.

*) Argelander in dem wichtigen Aufsatze über das Nordlicht, welchen er den Vorträgen, gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Bd. I. 1834 S. 257—264 einverleibt hat.

†) Ueber die Resultate der Beobachtungen von Lottin, Bravais und Siljerström, welche einen Winter in Bosekop an der lapländischen Küste (Br. 70°) zugebracht und in 210 Nächten 160 Nordlichter gesehen haben, s. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. X. p. 289 und Martins, Météorologie 1843 p. 453. Vergl. auch Argelander in den Vorträgen, geh. in der Königsberg. Gesellschaft, Bd. I. S. 259.

giebt. Die Intensität dieses Lichts ist zu Zeiten so groß, daß Lowenörn (29. Jan. 1786) bei hellem Sonnenscheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erscheinung. Um den Punkt des Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungs-Nadel entspricht, schaaren sich endlich die Strahlen zusammen und bilden die sogenannte Krone des Nordlichts. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelszeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung im ausströmenden Lichte. Nur in seltenen Fällen gelangt die Erscheinung bis zur vollständigen Bildung der Krone; mit derselben hat sie aber stets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horionte steht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauspiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gefiedert oder in kleine rundliche Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abständen getheilt.

Dieser Zusammenhang des Polarlichtes mit den feinsten Cirrus-Wölkchen verdient eine besondere Aufmerksamkeit, weil er uns die electro-magnetische Lichtentwickelung als Theil eines meteorologischen Processes zeigt. Der tellurische Magnetismus offenbart sich hier in seiner Wirkung auf den Dunstkreis, auf die Condensation der Wasserdämpfe. Was Thienemann, welcher die sogenannten Schäfchen für das Substrat des Nordlichts hält, in Island gesehen, ist in neueren Zeiten von Franklin und Richardson nahe am amerikanischen Nordpole, vom Admiral Wrangel an den sibirischen Küsten des Eismeeres bestätigt worden. Alle bemerkten, „daß das Nordlicht die lebhaftesten Strahlen dann schoß, wenn in der hohen Luftregion Massen des Cirro-Stratus schwebten, und wenn diese so dünn waren, daß ihre Gegenwart nur durch die Entstehung eines Hofes um den Mond erkannt werden konnte." Die Wolken ordneten sich bisweilen schon bei Tage auf eine ähnliche Art als die Strahlen des Nordlichts, und beunruhigten dann wie diese die Magnetnadel. Nach einem großen nächtlichen Nordlichte erkannte man früh am Morgen dieselben an einander gereihten Wolkenstreifen, welche vorher leuchtend gewesen waren*). Die scheinbar umsegelnden Polarzonen (Wolkenstreifen in der Richtung des magnetischen Meridians), welche mich auf meinen Reisen auf der Hochebene von Mexico wie im nördlichen Asien anhaltend beschäftigt haben, gehören wahrscheinlich zu derselben Gruppe der Tages-Erscheinungen †).

---

*) John Franklin, Narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years 1819—1822 p. 552 und 597; Thienemann im Edinburgh Philos. Journal Vol. XX. p. 366; Farquharson a. a. O. Vol. VI. p. 392; Wrangel, Phys. Beob. S. 59. Parry sah selbst den großen Nordlichtbogen bei Tage stehen bleiben; Journal of a second Voyage, performed in 1821—1823, p. 156. Etwas Aehnliches hat am 9. Sept. 1827 in England bemerkt worden. Man unterschied am hellen Mittag einen 20° hohen Lichtbogen und leuchtende aus ihm aufsteigende Säulen in einem nach vorhergegangenem Regen klar gewordenen Theile des Himmels. Journal of the Royal Institution of Gr. Britain 1828 Jan. p. 429.

†) Ich habe nach der Rückkunft von meiner amerikanischen Reise die aus zarten, wie durch die Wirkung abstoßender Kräfte sehr gleichmäßig unterbrochenen Wolken-Häufchen (cirro-cumulus) als Polarstreifen (bandas polares) beschrieben, weil ihre perspectivischen Convergenzpunkte meist anfangs in den Magnetpolen liegen, so daß die parallelen Reihen der Schäfchen dem magnetischen Meridiane folgen. Eine Eigenthümlichkeit dieses räthselhaften Phänomens ist das Hin- und Herschwanken, oder zu anderer Zeit das allmälige regelmäßige Fortrücken des Convergenz-Punktes. Gewöhnlich sind die Streifen nur nach einer Weltgegend ganz ausgebildet, und in der Bewegung sieht man sie, erst von S. nach N., und allmälig von O. nach W. gerichtet. Veränderten Luftströmen in der obersten Region der Atmosphäre möchte ich das Fortschreiten der Zonen nicht zuschreiben. Sie entstehen bei sehr ruhiger Luft und großer Heiterkeit des Himmels, und sind unter den Tropen viel häufiger als in der gemäßigten und kalten Zone. Ich habe das Phänomen in der Andeskette fast unter dem Aequator in 14000 Fuß Höhe, wie im nördlichen Asien in den Ebenen zu Krasnojarsk, südlich von Buchtarminsk, sich so auffallend gleich entwickeln sehen, daß man es als einen weitverbreiteten von allgemeinen Naturkräften abhängigen Proceß zu betrachten hat. S. die wichtigen Bemerkungen von Kämtz (Vorlesungen über Meteorologie 1840 S. 146), wie die neueren von Martins und Bravais Météorologie 1843 p. 117). Bei Süd-Polarbanden, aus sehr leichtem Gewölk zusammengesetzt, welche Arago bei Tage den 23. Juni 1844 zu Paris bemerkte, schossen aus einem von Osten gegen Westen gerichteten Bogen dunkle Strahlen aufwärts. Wir haben schon oben bei nächtlich leuchtenden Nord-Polarlichtern schwarzer, einem dunkeln Rauche ähnlicher Strahlen erwähnt.

Südlichter sind oft von dem scharfsinnigen und fleißigen Beobachter Dalton in C
land, Nordlichter in der südlichen Hemisphäre bis 45° Breite (14. Jan. 1831) ge
worden. In nicht sehr seltenen Fällen ist das Gleichgewicht an beiden Polen gleich
gestört. Ich habe bestimmt ergründet, daß bis in die Tropenregion, selbst in Merico
Peru, Nord-Polarlichter gesehen worden sind. Man muß unterscheiden zwischen der Sp
gleichzeitiger Sichtbarkeit der Erscheinung und der Erdzone, in welcher die Erscheinung
jede Nacht gesehen wird. Jeder Beobachter sieht gewiß, wie seinen eigenen Regenb
so auch sein eigenes Polarlicht. Ein großer Theil der Erde erzeugt zugleich das aus
mende Lichtphänomen. Man kann viele Nächte angeben, in denen es in England un
Pennsylvanien, in Rom und in Peking gleichzeitig beobachtet wurde. Wenn man beh
tet, daß die Polarlichter mit der abnehmenden Breite abnehmen, so muß man die B
als eine magnetische, durch den Abstand vom Magnetpole gemessene betrachten. In
land, in Grönland, in Terre Neuve, an den Ufern des Sklavensees oder zu Fort Enter
in Nord-Canada entzünden sie sich zu gewissen Jahreszeiten fast jede Nacht und feiern
die Einwohner der Shetland-Inseln*) es nennen, in zuckenden Strahlen den „lus
Himmelstanz." Während in Italien das Nordlicht eine große Seltenheit ist, sieht
es wegen der südlichen Lage des amerikanischen Magnetpols überaus häufig in der B
von Philadelphia (39° 57′). Aber auch in den Gegenden, welche in dem neuen Conti
und an den sibirischen Küsten sich durch große Frequenz des Phänomens auszeichnen,
es so zu sagen besondere Nordlichtstriche, Längenzonen, in denen das Polarlicht
züglich†) glänzend und prachtvoll ist. Oertliche Einflüsse sind also nicht zu verken
Wrangel sah den Glanz abnehmen, so wie er sich um Nischne-Kolymsk vom Littoral
Eismeers entfernte. Die auf der Nordpol-Expedition gesammelten Erfahrungen sch
zu beweisen, daß ganz nahe um den Magnetpol die Lichtentbindung auf das wenigst
nichts stärker und häufiger, als in einiger Entfernung davon ist.

Was wir von der Höhe des Polarlichts wissen, gründet sich auf Messungen, die
Natur nach wegen der beständigen Oscillation der Lichterscheinung und daraus entsteh
Unsicherheit des parallactischen Winkels nicht viel Vertrauen einflößen können. Di
langten Resultate schwanken, um nicht veralteter Angaben zu erwähnen, zwischen ein
Meilen und einer Höhe von drei- bis viertausend Fuß‡). Es ist nicht unwahrschein
daß das Nordlicht zu verschiedenen Zeiten eine sehr verschiedene Entfernung habe.
neuesten Beobachter sind geneigt, das Phänomen nicht an die Grenze der Atmosphäre,
dern in die Wolkenregion selbst zu versetzen; sie glauben sogar, daß die Nordlichtstra
durch Winde und Luftströmungen bewegt werden können, wenn wirklich das Lichtphäno
durch welches uns allein das Dasein einer electro-magnetischen Strömung bemerkbar
an materielle Gruppen beweglicher Dunstbläschen gebunden ist oder, besser zu sagen,
selben durchdringt, von einem Bläschen zum anderen überspringend. Franklin ha
Bärensee ein strahlendes Nordlicht gesehen, von dem er glaubte, daß es die untere S
der Wolkenschicht erleuchtete: während daß nur 4½ geogr. Meile davon Kendal, we
die ganze Nacht über die Wache hatte und das Himmelsgewölbe keinen Augenblick aus
Augen verlor, gar keine Lichterscheinung bemerkte. Das neuerdings mehrfach behau
Niederschießen von Nordlichtstrahlen nahe zur Erde, zwischen dem Beobachter und ei
nahen Hügel, bietet, wie beim Blitze und bei dem Fall von Feuerkugeln, eine vielfache
fahr optischer Täuschung dar.

Ob das magnetische Gewitter, von dem wir so eben ein merkwürdiges Bei
großer örtlicher Beschränktheit angegeben, mit dem electrischen Gewitter außer dem E

---

*) Das Nordlicht heißt auf den Shetland-Inseln the merry dancers. Kendall im Quarterly Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 395.

†) *Siehe die* vortreffliche Arbeit von Muncke in der neuen Ausgabe von Gehler's Physik. Wörte Bd. VII. 1. S. 113—268, besonders S. 158.

‡) Farquharson im Edinb. Philos. Journal XVI. p. 304; Philos. Transact. for 1829 p. 11

auch das Geräusch gemein habe, ist überaus zweifelhaft geworden, da man nicht mehr unbedingt den Erzählungen der Grönlandfahrer und sibirischen Fuchsjäger traut. Die Nordlichter sind schweigsamer geworden, seitdem man sie genauer zu beobachten und zu belauschen versteht. Parry, Franklin und Richardson am Nordpol, Thienemann in Island, Gieseke in Grönland, Lottin und Bravais am Nordcap, Wrangel und Anjou an der Küste des Eismeeres haben zusammen an tausend Nordlichter gesehen, und nie irgend ein Geräusch vernommen. Will man diese negativen Zeugnisse gegen zwei positive von Hearne an der Mündung des Kupferflusses und von Henderson in Island nicht gelten lassen, so muß man in Erinnerung bringen, daß Hood dasselbe Geräusch wie von schnell bewegten Flintenkugeln und von leisem Krachen zwar während eines Nordlichts, aber dann auch am folgenden Tage ohne alles Nordlicht vernahm; man muß nicht vergessen, wie Wrangel und Gieseke zur festen Ueberzeugung gelangten, daß das gehörte Geräusch dem Zusammenziehen des Eises und der Schneekruste, bei einer plötzlichen Erkaltung des Luftkreises, zuzuschreiben sei. Der Glaube an ein knisterndes Geräusch ist nicht in dem Volke, sondern bei gelehrten Reisenden wohl deshalb entstanden, weil man schon in früher Zeit, wegen des Leuchtens der Electricität in luftverdünnten Räumen, das Nordlicht für eine Wirkung atmosphärischer Electricität erklärte, und hörte, was man zu hören wünschte. Neue mit sehr empfindlichen Electrometern angestellte Versuche haben gegen alle Erwartung bisher nur negative Resultate gegeben. Der Zustand der Luftelectricität ward während der stärksten Nordlichter nicht verändert gefunden.

Dagegen werden alle drei Kraftäußerungen des tellurischen Magnetismus, Abweichung, Inclination und Intensität, zugleich von dem Polarlichte verändert. In einer und derselben Nacht wirkt dasselbe auf das eine Ende der Nadel bald anziehend, bald abstoßend, in verschiedenen Stunden seiner Entwickelung. Die Behauptung, daß nach den von Parry in der Nähe des Magnetpols auf Melville's Inseln gesammelten Thatsachen die Nordlichter die Magnetnadel nicht afficirten, sondern vielmehr als eine „beruhigende" Potenz wirkten, ist durch die genauere Untersuchung *) von Parry's eigenem Reisejournale und durch die schönen Beobachtungen von Richardson, Hood und Franklin in Nord-Canada, wie zuletzt von Bravais und Lottin in Lapland hinlänglich widerlegt worden. Der Proceß des Nordlichts ist, wie wir schon oben bemerkt, der Act der Wiederherstellung eines gestörten Gleichgewichts. Die Wirkung auf die Nadel ist nach dem Maaß der Stärke in der Explosion verschieden. Sie war in der nächtlichen Winterstation zu Boseкop nur dann unmerklich, wenn die Lichterscheinung sich sehr schwach und tief am Horizont zeigte. Die aufschießenden Strahlencylinder hat man scharfsinnig mit der Flamme verglichen, welche in dem geschlossenen Kreise der Volta'schen Säule zwischen zwei weit von einander entfernten Kohlenspitzen, oder nach Fizeau zwischen einer Silber- und einer Kohlenspitze entsteht, und die von dem Magnete angezogen oder abgestoßen wird. Diese Analogie macht wenigstens die Annahme metallischer Dämpfe im Dunstkreise entbehrlich, welche berühmte Physiker als Substrat des Nordlichts betrachten.

Wenn das leuchtende Phänomen, das wir einem galvanischen Strome, d. h. einer Bewegung der Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe, zuschreiben, durch den unbestimmten Namen des Polarlichts bezeichnet wird, so ist damit nur die örtliche Richtung angegeben, in welcher am häufigsten, keineswegs immer, der Anfang der Lichtentwicklung gesehen wird. Was diesem Naturphänomen seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichts, oder vielmehr die Erhellung, welche dasselbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenith

*) Lenz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 498 und 501.

aufsteigender Strahlung um ein weniges das Licht des ersten Mondviertels. Bisweilen (7. Jan. 1831) hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser, in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtproceß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Cometen außer dem, durch Polariscope erkennbaren, reflectirten Sonnenlichte auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes, tiefstehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserm Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockne Nebel der Jahre 1783 und 1831; der stille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtproceß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago*) scharfsinnig bemerkt, das schwache diffuse Licht, welches in tief bewölkten, mond- und sternlosen Herbst- und Winternächten, ohne Schnee, unter freiem Himmel unsere Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im electro-magnetischen Ungewitter, in hohen Breiten die Fluth des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchströmt, so sind in der heißen Zone der Tropen viele tausend Quadratmeilen des Oceans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organischen Kräften der Natur an. Lichtschäumend kräuselt sich die überschlagende Welle, Funken sprühet die weite Fläche, und jeder Funke ist die Lebensregung einer unsichtbaren Thierwelt. So mannigfaltig ist der Urquell des irdischen Lichtes. Soll man es sich gar noch verborgen, unentfesselt, in Dämpfen gebunden denken, zur Erklärung der Moser'schen Bilder aus der Ferne, einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnißschweres Traumbild erscheint?

So wie die innere Wärme unsers Planeten auf der einen Seite mit der Erregung electro-magnetischer Strömungen und dem Lichtproceß der Erde (einer Folge des Ausbruchs eines magnetischen Ungewitters) zusammenhängt, so offenbart sie sich auch auf der andern Seite als eine Hauptquelle geognostischer Phänomene. Wir betrachten diese in ihrer Verkettung und in ihrem Uebergange von einer bloß dynamischen Erschütterung und von der Hebung ganzer Continente und Gebirgsmassen zu der Erzeugung und zum Erguß von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamme, von glühenden und geschmolzenen Erden, die sich als krystallinische Gebirgsarten erhärten. Es ist ein nicht geringer Fortschritt der neueren Geognosie (des mineralogischen Theils der Physik der Erde), die hier bezeichnete Verkettung der Erscheinungen ergründet zu haben. Die Einsicht derselben leitet von den spielenden Hypothesen ab, durch welche man vormals jede Kraftäußerung des alten Erdballs einzeln zu erklären suchte; sie zeigt die Verbindung von dem Hervortreten verschiedenartiger Stoffe mit dem, was nur der räumlichen Veränderung (Erschütterung oder Hebung) angehört; sie reiht Gruppen von Erscheinungen, welche auf den ersten Anblick sich als sehr heterogen darbieten: Thermalquellen, Ausströmungen von Kohlensäure und Schwefeldämpfen, harmlose Salsen (Schlamm-Ausbrüche) und die furchtbaren Verheerungen feuerspeiender Berge, an einander. In einem großen Naturbilde schmilzt dies alles in den einigen Begriff der Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche zusammen. So erkennen wir in den Tiefen der Erde, in ihrer mit dem Abstand von der Oberfläche zunehmender Temperatur gleichzeitig die Keime erschütternder Bewegung, allmäliger Hebung ganzer Continente (wie der Bergketten auf langen Spalten), vulkanischer Ausbrüche und mannigfaltiger Erzeugung von Mine-

*) Arago über die trocknen Nebel von 1783 und 1831, welche die Nacht erleuchteten, im Annuaire du Bureau des Longitudes 1832 p. 246 und 250; und über sonderbare Lichterscheinungen in Wolken ohne Gewitter s. Notices sur la Tonnerre im Annuaire pour l'an 1838. p. 279—285.

ralien und Gebirgsarten. Aber nicht die unorganische Natur allein ist unter dem Einflusse dieser Reaction des Innern gegen das Aeußere geblieben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß in der Urwelt mächtigere Ausströmungen von kohlensaurem Gas, dem Luftkreise beigemengt, den kohle-abscheidenden Proceß des Pflanzenlebens erhöhten, und daß so in waldzerstörenden Revolutionen ein unerschöpfliches Material von Brennstoff (Ligniten und Steinkohlen) in den oberen Erdschichten vergraben wurde. Auch die Schicksale der Menschheit erkennen wir als theilweise abhängig von der Gestaltung der äußeren Erdrinde, von der Richtung der Gebirgszüge und Hochländer, von der Gliederung der gehobenen Continente. Dem forschenden Geiste ist es gegeben, in der Kette der Erscheinungen von Glied zu Glied bis dahin aufzusteigen, wo bei Erstarrung des Planeten, bei dem ersten Uebergange der geballten Materie aus der Dunstform, sich die innere Erdwärme entwickelte, welche nicht der Wirkung der Sonne zugehört.

Um den Causalzusammenhang der geognostischen Erscheinungen übersichtlich zu schildern, beginnen wir mit denen, deren Hauptcharakter dynamisch ist, in Bewegung und räumlicher Veränderung besteht. Erdbeben, Erderschütterungen zeichnen sich aus durch schnell auf einander folgende senkrechte, oder horizontale, oder rotatorische Schwingungen. Bei der nicht unbeträchtlichen Zahl derselben, die ich in beiden Welttheilen, auf dem festen Lande und zur See erlebt, haben die zwei ersten Arten der Bewegung mir sehr oft gleichzeitig geschienen. Die minenartige Explosion, senkrechte Wirkung von unten nach oben, hat sich am auffallendsten bei dem Umsturze der Stadt Riobamba (1797) gezeigt, wo viele Leichname der Einwohner auf den mehrere hundert Fuß hohen Hügel la Culca, jenseits des Flüßchens von Lican, geschleudert wurden. Die Fortpflanzung geschieht meist in lineärer Richtung wellenförmig, mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 7 geographischen Meilen in der Minute; theils in Erschütterungskreisen oder großen Ellipsen, in denen wie aus einem Centrum die Schwingungen sich mit abnehmender Stärke gegen den Umfang fortpflanzen. Es giebt Gegenden, die zu zwei sich schneidenden Erschütterungskreisen gehören. Im nördlichen Asien, in welchem der Vater der Geschichte*), wie später Theophylactus Simocatta†), die scythischen Länder frei von Erdbeben nannte, habe ich den südlichen metallreichen Theil des Altai-Gebirges unter dem zwiefachen Einflusse der Erschütterungs-Heerde vom Baikal-See und von den Vulkanen des Himmelsgebirges (Thian-schan) gefunden‡). Wenn die Erschütterungskreise sich durchschneiden, wenn z. B. eine Hochebene zwischen zwei gleichzeitig in Ausbruch begriffenen Vulkanen liegt, so können mehrere Wellensysteme gleichzeitig existiren und, wie in den Flüssigkeiten, sich gegenseitig nicht stören. Selbst Interferenz kann hier, wie bei den sich durchkreuzenden Schallwellen, gedacht werden. Die Größe der fortgepflanzten Erschütterungswellen wird an der Oberfläche der Erde nach dem allgemeinen Gesetze der Mechanik vermehrt, nach welchem bei der Mittheilung der Bewegung in elastischen Körpern die letzte, auf einer Seite frei liegende Schicht sich zu trennen strebt.

Die Erschütterungs-Wellen werden durch Pendel und Sismometer-Becken ziemlich genau in ihrer Richtung und totalen Stärke, keineswegs aber in der inneren Natur ihrer Alternanz und periodischen Intumescenz untersucht. In der Stadt Quito, die am Fuß eines noch thätigen Vulkans (des Rucu-Pichincha) 8950 Fuß über der Meeresfläche liegt, und schöne Kuppeln, hohe Kirchengewölbe und massive Häuser von mehreren Stockwerken aufzuweisen hat, bin ich oft über die Heftigkeit nächtlicher Erdstöße in Verwunderung gerathen, welche so selten Risse in dem Gemäuer verursachen, während in den peruanischen

---

*) Herod. IV, 28. Gegen das alte Vorurtheil (Plin. II, 80), daß Aegypten frei von Erdbeben sei, trifft schon der eine wiederhergestellte Coloß des Memnon (Letronne, La Statue vocale de Memnon 1833 p. 25—30); aber freilich liegt das Nilthal außerhalb des Erschütterungs-Kreises von Byzanz, dem Archipel und Syrien (Ideler ad Aristot. Meteor. p. 584).

†) Saint-Martin in den gelehrten Noten zu Lebeau, Hist. du Bas Empire T. IX. p. 401.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 110—118. Ueber den Unterschied der Erschütterung der Oberfläche und der darunter liegenden Erdschichten s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. p. 429.

Ebnen viel ſchwächer ſcheinende Oſcillationen niedrigen Rohrhäuſern ſchaden. Eingeborene, die viele hundert Erdbeben erlebt haben, glauben, daß der Unterſchied weniger in der Länge oder Kürze der Wellen, in der Langſamkeit oder Schnelligkeit*) der horizontalen Schwingung, als in der Gleichmäßigkeit der Bewegung in entgegengeſetzter Richtung liege. Die kreiſenden (rotatoriſchen) Erſchütterungen ſind die ſeltenſten, aber am meiſten gefahrbringend. Umwenden von Gemäuer ohne Umſturz, Krümmung von vorher parallelen Baumpflanzungen, Verdrehung von Aeckern, die mit verſchiedenen Getraidearten bedeckt waren, ſind bei dem großen Erdbeben von Riobamba, in der Provinz Quito (4. Februar 1797), wie bei dem von Calabrien (5. Februar — 28. März 1783) beobachtet worden. Mit dem letzteren Phänomen des Verdrehens oder Verſchiebens der Aecker und Culturſtücke, von welchen gleichſam eines den Platz des andern angenommen, hängt eine tranſlatoriſche Bewegung oder Durchdringung einzelner Erdſchichten zuſammen. Als ich den Plan der zerſtörten Stadt Riobamba aufnahm, zeigte man mir die Stelle, wo das ganze Hausgeräth einer Wohnung unter den Ruinen einer anderen gefunden worden war. Das lockere Erdreich hatte ſich wie eine Flüſſigkeit in Strömen bewegt, von denen man annehmen muß, daß ſie erſt niederwärts, dann horizontal und zuletzt wieder aufwärts gerichtet waren. Streitigkeiten über das Eigenthum ſolcher viele hundert Toiſen weit fortgeführten Gegenſtände ſind von der Audiencia (dem Gerichtshofe) geſchlichtet worden.

In Ländern, wo die Erdſtöße vergleichungsweiſe ſeltener ſind (z. B. im ſüdlichen Europa), hat ſich nach einer unvollſtändigen Induction†) der ſehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windſtille, drückende Hitze, ein dunſtiger Horizont immer Vorboten der Erſcheinung ſeien. Das Irrthümliche dieſes Volksglaubens iſt aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt; es iſt es auch durch das Reſultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo, wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltſam erbebt. Ich habe Erdſtöße gefühlt bei heiterer Luft und friſchem Oſtwinde, wie bei Regen und Donnerwetter. Auch die Regelmäßigkeit der ſtündlichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel und im Luft-

*) Tutissimum est cum vibrat crispante aedificiorum crepitu; et cum intumescit assurgens alternoque motu residet, innoxium et cum concurrentia tecta contrario ictu arietant; quoniam alter motus alteri renititur. Undantis inclinatio et fluctus more quaedam volutatio infesta est, aut cum in unam partem totus se motus impellit. Plin. II, 82.

†) Selbſt in Italien hat man angefangen die Unabhängigkeit der Erdſtöße von den Witterungsverhältniſſen, d. h. von dem Anblick des Himmels unmittelbar vor der Erſchütterung einzuſehen. Friedrich Hoffmann's numeriſche Angaben ſtimmen ganz mit den Erfahrungen des Abbate Scina von Palermo überein; ſ. des Erſteren hinterlaſſene Werke Bd. II. S. 366—375. Röthliche Nebel am Tage des Erdbebens, kurz vor demſelben, habe ich einige Male ſelbſt beobachtet; ja am 4. Nov. 1799 habe ich zwei heftige Erdſtöße in dem Augenblicke eines ſtarken Donnerſchlages erlebt (Relatio hist. liv. IV. chap. 10); der Turiner Phyſiker Baſalli Candi hat bei den langdauernden Erdbeben von Pignerol (vom 2. April bis 17. Mai 1808) Volta's Electrometer heftig bewegt geſehen (Journal de Phys. T. LXVII. p. 291). Aber dieſe Zeichen des Nebels, der veränderten Luft-Elektricität, der Windſtille, dürfen nicht als allgemein bedeutſam, als mit der Erſchütterung nothwendig zuſammenhangend betrachtet werden: da man in Quito, Peru und Chili, wie in Canada und Italien, ſo viele Erdbeben bei dem reinſten, völlig dunſtfreien Himmel, bei dem friſcheſten Land- und Seewinde beobachtet hat. Wenn aber auch an dem Tage des Erdbebens ſelbſt oder einige Tage vorher kein metereologiſches Zeichen die Erſchütterung verkündigt, ſo iſt doch der Einfluß der Jahreszeiten (der Frühjahr- und Herbſt-Aequinoctien), des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen und des Wechſels der Mouſſons, für die der allgemeine Volksglaube ſpricht, nicht darum ganz wegzuläugnen, weil uns bis jetzt der genetiſche Zuſammenhang meteorologiſcher Proceſſe mit dem, was in dem Innern der Erdrinde vorgeht, wenig klar iſt. Numeriſche Unterſuchungen über die Vertheilung der Erdbeben unter die verſchiedenen Jahreszeiten, wie ſie von Herrn von Hoff, Peter Merian und Friedrich Hoffmann mit vielem Fleiße angeſtellt worden ſind, ſprechen für die Epochen der Tag- und Nachtgleichen. Auffallend iſt es, wie Plinius am Ende ſeiner phantaſtiſchen Erdbeben-Theorie die ganze furchtbare Erſcheinung ein unterirdiſches Gewitter nennt; nicht ſowohl wegen des rollenden Getöſes, welches die Erdſtöße ſo oft begleitet, ſondern weil die elaſtiſchen, durch Spannung erſchütternden Kräfte ſich in inneren Erdräumen anhäufen, wenn ſie in dem Luftkreiſe fehlen: Ventos in causa esse non dubium reor. Neque enim unquam intremiscunt terrae, nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo, ut volatus avium non pendeant, subtracto omni spiritu qui vehit; nec unquam nisi post ventos conditos, scilicet in venas et cavernas ejus occulto afflatu. Neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitruum; nec hiatus aliud, quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante et ad libertatem exire nitente. (Plin. II, 79.) In Seneca (Nat. Quaest. VI, 4—31) liegt übrigens ziemlich vollſtändig der Keim von allem, was man bis zur neueſten Zeit über die Urſachen der Erdbeben beobachtet und gefabelt hat.

druck*) blieb zwischen den Windekreisen an dem Tage der Erdstöße ungestört. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche Adolph Erman in der gemäßigten Zone bei einem Erdbeben in Irkutsk nahe am Baikal-See (8. März 1829) anstellte. Durch den starken Erdstoß von Cumana (4. Nov. 1799) fand ich zwar Abweichung und Intensität der magnetischen Kraft gleich unverändert, aber die Neigung der Nadel war zu meinem Erstaunen um 48′ gemindert†). Es blieb mir kein Verdacht eines Irrthums; und doch bei so vielen anderen Erdstößen, die ich auf dem Hochlande von Quito und in Lima erlebte, war neben den anderen Elementen des tellurischen Magnetismus auch die Neigung stets unverändert. Wenn im allgemeinen, was tief in dem Erdkörper vorgeht, durch keinen meteorologischen Proceß, durch keinen besonderen Anblick des Himmelsgewölbes vorherverkündigt wird; so ist es dagegen, wie wir bald sehen werden, nicht unwahrscheinlich, daß in gewissen sehr heftigen Erderschütterungen der Atmosphäre etwas mitgetheilt werde, und daß daher diese nicht immer rein dynamisch wirken. Während des langen Erzitterns des Bodens in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson wurden bei gewitterlosem Himmel die größten Veränderungen in der electrischen Spannung des Luftkreises bemerkt

Die Stärke des dumpfen Getöses, welches das Erdbeben größtentheils begleitet, wächst keineswegs in gleichem Maaße, als die Stärke der Oscillationen. Ich habe genau ergründet, daß der große Stoß im Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) — einem der furchtbarsten Phänomene der physischen Geschichte unseres Erdkörpers — von gar keinem Getöse begleitet war. Das ungeheure Getöse (el gran ruido), welches unter dem Boden der Städte Quito und Ibarra, nicht aber dem Centrum der Bewegung näher in Tacunga und Hambato, vernommen wurde, entstand 18—20 Minuten nach der eigentlichen Catastrophe. Bei dem berühmten Erdbeben von Lima und Callao (28. October 1746) hörte man das Getöse wie einen unterirdischen Donnerschlag in Truxillo auch erst ½ Stunde später und ohne Erzittern des Bodens. Eben so wurden lange nach dem großen von Boussingault beschriebenen Erdbeben von Neu-Granada (16. November 1827) im ganzen Cauca-Thale, ohne alle Bewegung, von 30 zu 30 Secunden mit großer Regelmäßigkeit unterirdische Detonationen gehört. Auch die Natur des Getöses ist sehr verschieden: rollend, rasselnd und klirrend wie bewegte Ketten, ja in der Stadt Quito bisweilen abgesetzt wie ein naher Donner; oder hell klingend, als würden Obsidian- oder andre verglaste Massen in unterirdischen Höhlungen zerschlagen. Da feste Körper vortreffliche Leiter des Schalles sind, dieser z. B. in gebranntem Thon 10 bis 12mal schneller sich fortpflanzt als in der Luft, so kann das unterirdische Getöse in großer Ferne von dem Orte vernommen werden, wo es verursacht wird. In Caracas, in den Grasfluren von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, welcher in den Orinoco fällt, in einer Landstrecke von 2300 Quadratmeilen, hörte man überall am 30. April 1812, ohne alles Erdbeben, ein ungeheures donnerartiges Getöse, als 158 Meilen davon, in Nordosten, der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen aus seinem Krater einen mächtigen Lavastrom ergoß. Es war also der Entfernung nach, als wenn man einen Ausbruch des Vesuvs im nördlichen Frankreich vernähme. Im Jahr 1744, bei dem großen Ausbruch des Vulkans Cotopari, hörte man in Honda am Magdalena-Strom unterirdischen Kanonendonner. Der Krater des Cotopari liegt aber nicht bloß 17000 Fuß höher als Honda; beide Punkte sind auch durch die colossalen Gebirgsmassen von Quito, Pasto und Popayan, wie durch zahllose Thäler und Klüfte, in 109 Meilen Entfernung getrennt. Der Schall ward bestimmt nicht durch die Luft, sondern durch die Erde aus großer Tiefe fortgepflanzt. Bei dem heftigen Erdbeben von Neu-Granada (Februar 1835) hörte man unterirdischen Donner gleichzeitig in Popayan, Bogota,

---

*) Beweise, daß der Gang der stündlichen Barometer-Veränderungen vor und nach den Erdstößen nicht gestört werde, habe ich gegeben in Rel. hist. T. I. p. 311 und 513.

†) Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 515.—517.

Santa Marta und Caracas (hier 7 Stunden lang ohne alle Erschütterung), in Haiti, Jamaica und um den See von Nicaragua.

Diese Schall-Phänomene, wenn sie von gar keinen fühlbaren Erschütterungen (Erdstößen) begleitet sind, lassen einen besonders tiefen Eindruck selbst bei denen, die schon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harrt mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdischen Krachen folgen wird. Das auffallendste, mit nichts vergleichbare Beispiel von ununterbrochenem unterirdischem Getöse, ohne alle Spur von Erdbeben, bietet die Erscheinung dar, welche auf den mexicanischen Hochlande unter dem Namen des Gebrülles und unterirdischen Donners (bramidos y truenos subterraneos) von Guanaxuato*) bekannt ist. Diese berühmte und reiche Bergstadt liegt fern von allen thätigen Vulkanen. Das Getöse dauerte seit Mitternacht den 9. Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umständliche Beschreibung davon geben können, nach der Aussage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13—16. Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner schwere Gewitterwolken, in denen langsam rollender Donner mit kurzen Donnerschlägen abwechselte. Das Getöse verzog sich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand sich auf einen kleinen Raum beschränkt; wenige Meilen davon, in einer basaltreichen Landstrecke, vernahm man es gar nicht. Fast alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Massen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdischen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, die sich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde, noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leises Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mexicanischen Hochlande ist nie vorher ein ähnliches Getöse vernommen worden, auch hat in der folgenden Zeit die furchtbare Erscheinung sich nicht wiederholt. So öffnen und schließen sich Klüfte im Innern der Erde; die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert.

Die Wirkung eines feuerspeienden Berges, so furchtbar malerisch auch das Bild ist, welches sie den Sinnen darbietet, ist doch nur immer auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt. Ganz anders ist es mit den Erdstößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte und dessen Wirkungen der große Weltweise Immanuel Kant so trefflich nachgespürt hat, wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, in den antillischen Inseln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutschland in kleinen Binnenwassern der baltischen Ebenen, empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen, eine Erscheinung bei Erdstößen, auf die im Alterthume schon Demetrius der Kallatianer aufmerksam gemacht hatte. Die Teplitzer Thermen versiegten und kamen, alles überschwemmend, mit vielem Eisen-Ocher gefärbt, zurück. In Cadix erhob sich das Meer zu 60 Fuß Höhe, während in den kleinen Antillen die, gewöhnlich nur 26

*) Ueber die bramidos von Guanaruato s. mein Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 303. Das unterirdische Getöse ohne alle bemerkbare Erschütterung in den tiefen Bergwerken und an der Oberfläche (die Stadt Guanaruato liegt 6420 Fuß über dem Meere) wurde nicht in der nahen Hochebene, sondern bloß in dem gebirgigen Theile der Sierra, von der Cuesta de los Aguilares, unweit Marfil, bis nördlich von Santa Rosa, gehört. Nach einzelnen Gegenden der Sierra, 6—7 Meilen nordwestlich von Guanaruato, jenseits Chichimequillo bei der siedenden Quelle von San José de Comangillas, gelangten die Schallwellen nicht. Wunderbar gewaltsame Maaßregeln wurden vom Magistrat der großen Bergstadt schon den 14. Januar (1784), als der Schrecken über den unterirdischen Donner am größten war, angeordnet. „Jede Flucht einer Familie sollte bei Reichen mit 1000 Piastern, bei Armen mit 2 Monat Gefängniß bestraft werden. Die Miliz sollte die Fliehenden zurückholen." Am denkwürdigsten ist die Meinung, welche die Obrigkeit (el Cabildo) von ihrem Besser-Wissen hegte. Ich finde in einer der Proclamas den Ausdruck: „die Obrigkeit würde in ihrer Weisheit (en su Sabiduria) schon erkennen, wenn wirkliche Gefahr vorhanden sei, und dann zur Flucht mahnen; für jetzt seien nur Processionen abzuhalten." Es entstand Hungersnoth, da aus Furcht vor den truenos keine Zufuhr aus der kornreichen Hochebene kam. — Auch die Alten kannten schon Getöse ohne Erdstöße; Aristot. Meteor. II. p. 802, Plin. II. 80. Das sonderbare Getöse, welches vom März 1822 bis September 1824 in der dalmatischen Insel Meleda (4 Meilen von Ragusa) vernommen wurde, und über welches Partsch viel Licht verbreitet hat, war doch bisweilen von Erdstößen begleitet.

bis 28 Zoll hohe Fluth urplötzlich dintenschwarz 20 Fuß hoch stieg. Man hat berechnet, daß am 1. Nov. 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch ist noch keine andere Aeußerung einer Kraft bekannt geworden (die mörderischen Erfindungen unsres eignen Geschlechts mit eingerechnet), durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Secunden oder Minuten eine größere Zahl von Menschen (sechzigtausend in Sicilien 1693, dreißig- bis vierzigtausend im Erdboden von Riobamba 1797, vielleicht fünfmal so viel in Kleinasien und Syrien unter Tiber und Justin dem Aeltern um die Jahre 19 und 526) getödtet wurden.

Man hat Beispiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hinter einander ununterbrochen erbebte; Erschütterungen aber, die fast zu jeder Stunde Monate lang gefühlt wurden, kenne ich nur *fern von allen Vulkanen*, am östlichen Abfall der Alpenkette des Mont Cenis bei Fenestrelles und Pignerol seit April 1808; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen Neu-Madrid und Little Prairie *) (nördlich von Cincinnati) im December 1811 wie den ganzen Winter 1812; im Paschalik von Aleppo in den Monaten August und September 1822. Da der Volksglaube sich nie zu allgemeinen Ansichten erheben kann und daher immer große Erscheinungen localen Erd- und Luft-Processen zuschreibt, so entsteht *überall*, wo die Erschütterungen lange dauern, die Besorgniß vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen seltenen Fällen hat sich allerdings diese Besorgniß begründet gezeigt; so bei plötzlicher Erhebung vulkanischer Eilande, so in der Entstehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29. September 1759, nach 90 Tagen Erdbebens und unterirdischen Donners.

Wenn man Nachricht von dem täglichen Zustande der gesammten Erdoberfläche haben könnte, so würde man sich sehr wahrscheinlich davon überzeugen, daß fast immerdar, an irgend einem Punkte, diese Oberfläche erbebt, daß sie ununterbrochen der Reaction des Inneren gegen das Aeußere unterworfen ist. Diese Frequenz und Allverbreitung einer Erscheinung, die wahrscheinlich durch die erhöhte Temperatur der tiefsten geschmolzenen Schichten begründet wird, erklärt ihre Unabhängigkeit von der Natur der Gebirgsarten, in denen sie sich äußert. Selbst in den lockersten Alluvialschichten von Holland, um Middelburg und Vliessingen, sind (23. Februar 1828) Erdstöße empfunden worden. Granit und Glimmerschiefer werden wie Flözkalk und Sandstein, wie Trachyt und Mandelstein erschüttert. Es ist nicht die chemische Natur der Bestandtheile, sondern die mechanische Structur der Gebirgsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung (die *Erschütterungs-Welle*) modificirt. Wo letztere längs einer Küste oder an dem Fuß und in der Richtung einer Gebirgskette regelmäßig fortläuft, bemerkt man bisweilen, und dies seit Jahrhunderten, eine Unterbrechung an gewissen Punkten. Die Undulation schreitet in der Tiefe fort, wird aber an jenen Punkten an der Oberfläche nie gefühlt. Die Peruaner†) sagen von diesen unbewegten oberen Schichten, „daß sie eine Brücke bilden.“ Da die Gebirgsketten auf Spalten erhoben scheinen, so mögen die Wände dieser Höhlungen die Richtung der den Ketten parallelen Undulationen begünstigen; bisweilen durchschneiden aber auch die Erschütterungswellen mehrere Ketten fast senkrecht. So sehen wir sie in Südamerika die Küsten-Kette von Venezuela und die Sierra Parime gleichzeitig durchbrechen. In Asien haben sich die Erdstöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya (22. Jan. 1832), quer

*) Drake, Nat. and statist. View of Cincinnati p. 237—238; Mitchell in den Transactions of the Lit. and Philos. Soc. of New-York Vol. I. p. 281—286. In der piemontesischen Grafschaft Pignerol blieben Wasserquellen, die man bis zum Ueberlaufen angefüllt hatte, stundenlang in ununterbrochener Bewegung.

†) Im Spanischen sagt man: rocas que hacen puente. Mit diesem Phänomen der Nichtfortpflanzung durch obere Schichten hängt die merkwürdige Erfahrung zusammen, daß im Anfang dieses Jahrhunderts in den tiefen Silberbergwerken zu Marienberg im sächsischen Erzgebirge Erdstöße gefühlt wurden, die man auf der Oberfläche schlechterdings nicht spürte. Die Bergleute fuhren erschrocken aus. Umgekehrt bemerkten (Nov. 1823) die in den Gruben von Falun und Persberg arbeitenden Bergleute nichts von den heftigen Erschütterungen, welche über Tage alle Einwohner in Schrecken setzten.

durch die Kette des Hindou-Kho, bis Badakschan, bis zum Oberen Orus, ja bis Bockhara fortgepflanzt*). Leider erweitern sich auch die Erschütterungskreise in Folge eines einzigen sehr heftigen Erdbebens. Erst seit der Zerstörung von Cumana (14. Dec. 1797) empfindet die, den Kalkhügeln der Festung gegenüberliegende Halbinsel Maniquarez in ihren Glimmerschieferfelsen jeden Erdstoß der südlichen Küste. Bei den fast ununterbrochenen Undulationen des Bodens in den Flußthälern des Mississippi, des Arkansaw und des Ohio von 1811 bis 1813 war das Fortschreiten von Süden nach Norden sehr auffallend. Es ist als würden unterirdische Hindernisse allmälig überwunden; und auf dem einmal geöffneten Wege pflanzt sich dann die Wellenbewegung jedesmal fort.

Wenn das Erdbeben dem ersten Anscheine nach ein bloßes dynamisches räumliches Phänomen der Bewegung zu sein scheint, so erkennt man doch nach sehr wahrhaft bezeugten Erfahrungen, daß es nicht bloß ganze Landstrecken über ihr altes Niveau zu erheben vermag (z. B. Ulla-Bund nach dem Erdbeben von Cutsch im Juni 1819, östlich von dem Delta des Indus, oder längs der Küste von Chili im Nov. 1822); sondern daß auch während der Erdstöße heißes Wasser (bei Catania 1818), heiße Dämpfe (im Mississippi-Thale bei Neu-Madrid 1812), Mofetten (irrespirable Gasarten), den weidenden Heerden in der Andeskette schädlich, Schlamm, schwarzer Rauch, und selbst Flammen (bei Messina 1783, bei Cumana 14. Nov. 1797) ausgestoßen wurden. Während des großen Erdbebens von Lissabon am 1. Nov. 1755 sah man nahe bei der Hauptstadt Flammen und eine Rauchsäule aus einer neugebildeten Spalte des Felsen von Alvidras aufsteigen. Der Rauch war jedesmal um so dicker, als das unterirdische Getöse an Stärke zunahm†). Bei der Zerstörung von Riobamba im Jahr 1797, wo die Erdstöße von keinem Ausbruch der sehr nahen Vulkane begleitet waren, wurde die Moya, eine sonderbare, mit Kohle, Augit-Krystallen und Kieselpanzern der Infusionsthiere gemengte Masse, in zahlreichen kleinen fortschreitenden Kegeln aus der Erde hervorgehoben. Der Ausbruch des kohlensauren Gases auf Spalten während des Erdbebens von Neu-Granada (16. November 1827) im Magdalena-Thale verursachte das Ersticken vieler Schlangen, Ratten und anderer in Höhlen lebenden Thiere. Auch plötzliche Veränderungen der Witterung, plötzliches Eintreten der Regenzeit zu einer unter den Tropen ungewöhnlichen Epoche sind bisweilen in Quito und Peru auf große Erdbeben gefolgt. Werden gasförmige, aus dem Innern der Erde aufsteigende Flüssigkeiten der Atmosphäre beigemischt? oder sind diese meteorologischen Processe die Wirkung einer durch das Erdbeben gestörten Luftelectricität? In den Gegenden des tropischen Amerika, wo bisweilen in zehn Monaten kein Tropfen Regen fällt, halten die Eingebornen sich oft wiederholende Erdstöße, die den niedrigen Rohrhütten keine Gefahr bringen, für glückliche Vorboten der Fruchtbarkeit und der Regenmenge.

Der innere Zusammenhang aller hier geschilderten Erscheinungen ist noch in Dunkel gehüllt. Elastische Flüssigkeiten sind es gewiß, die sowohl das leise, ganz unschädliche, mehrere Tage dauernde Zittern der Erdrinde (wie 1816 zu Scaccia in Sicilien von der vulkanischen Erhebung der neuen Insel Julia) als die, sich durch Getöse verkündigenden, furchtbareren Explosionen verursachen. Der Heerd des Uebels, der Sitz der bewegenden Kraft liegt tief unter der Erdrinde; wie tief, wissen wir eben so wenig, als welches die chemische Natur so hochgespannter Dämpfe sei. An zwei Kraterrändern gelagert, am Vesuv und auf dem thurmartigen Fels, welcher den ungeheuren Schlund des Pichincha bei Quito überragt, habe ich periodisch und sehr regelmäßig Erdstöße empfunden, jedesmal 20—30 Secunden früher als brennende Schlacken oder Dämpfe ausgestoßen wurden. Die Erschütterung war um so stärker, als die Explosionen später eintraten und also die Dämpfe länger angehäuft blieben. In dieser einfachen, von so vielen Reisenden bestätigten Erfah-

*) Sir Alex. Burnes, Travels into Bokhara Vol. I. p. 18; und Wathen, Mem. on the Usbek State im Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. III. p. 337.

†) Philos. Transact. Vol. XLIX. p. 414.

rung liegt die allgemeine Lösung des Phänomens. Die thätigen Vulkane sind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächste Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbebens wächst, wenn die Oeffnungen der Vulkane verstopft, ohne freien Verkehr mit der Atmosphäre sind; doch lehrt der Umsturz von Lissabon, Caracas, Lima, Caschmir (1554)*), und so vieler Städte von Calabrien, Syrien und Kleinasien, daß im Ganzen doch nicht in der Nähe noch brennender Vulkane die Kraft der Erdstöße am größten ist.

Wie die gehemmte Thätigkeit der Vulkane auf die Erschütterung des Bodens wirkt, so reagirt diese wiederum auf die vulkanischen Erscheinungen selbst. Eröffnung von Spalten begünstigt das Aufsteigen der Eruptions-Kegel und die Processe, welche in diesen Kegeln in freiem Contact mit dem Luftkreise vorgehen. Eine Rauchsäule, die man Monate lang in Südamerika aus dem Vulkan von Pasto aufsteigen sah, verschwand plötzlich, als 48 Meilen weit in Süden (am 4. Februar 1797) die Provinz Quito das große Erdbeben von Riobamba erlitt. Nachdem lange in ganz Syrien, in den Cykladen und in Euböa der Boden erbebt hatte, hörten die Erschütterungen plötzlich auf, als sich in der lelantischen Ebene bei Chalcis ein Strom „glühenden Schlammes" (Lava aus einer Spalte) ergoß†). Der geistreiche Geograph von Amasea, der uns diese Nachricht aufbewahrt, setzt hinzu: „seitdem die Mündungen des Aetna geöffnet sind, durch welche das Feuer emporbläst, und seitdem Glühmassen und Wasser hervorstürzen können, wird das Land am Meeresstrande nicht mehr so oft erschüttert, als zu der Zeit, wo, vor der Trennung Siciliens von Unteritalien, alle Ausgänge in der Oberfläche verstopft waren."

In dem Erdbeben offenbart sich demnach eine vulkanisch-vermittelnde Macht; aber eine solche Macht, allverbreitet wie die innere Wärme des Planeten, und überall sich selbst verkündend, wird selten und dann nur an einzelnen Punkten bis zu wirklichen Ausbruchs-Phänomenen gesteigert. Die Gangbildung, d. h. die Ausfüllung der Spalten mit kristallinischen aus dem Inneren hervorquellenden Massen (Basalt, Melaphyr und Grünstein), stört allmälig die freie Communication der Dämpfe. Durch Spannung wirken diese dann auf dreierlei Weise: erschütternd; oder plötzlich, d. i. ruckweise, hebend; oder, wie zuerst in einem großen Theil von Schweden beobachtet worden ist, ununterbrochen, und nur in langen Perioden bemerkbar, das Niveau-Verhältniß von Meer und Land umändernd.

Ehe wir diese große Erscheinung verlassen, die hier nicht sowohl in ihren Einzelheiten, als in ihren allgemeinen physikalischen und geognostischen Verhältnissen betrachtet worden ist, müssen wir noch die Ursach des unaussprechlich tiefen und ganz eigenthümlichen Eindrucks berühren, welchen das erste Erdbeben, das wir empfinden, sei es auch von keinem unterirdischen Getöse begleitet, in uns zurückläßt. Ein solcher Eindruck, glaube ich, ist nicht Folge der Erinnerung an die Schreckensbilder der Zerstörung, welche unsrer Einbildungskraft aus Erzählungen historischer Vergangenheit vorschweben. Was uns so wundersam ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Von früher Kindheit sind wir an den Contrast zwischen dem beweglichen Element des Wassers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir stehen. Alle Zeugnisse unsrer Sinne haben diesen Glauben befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnißvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens. Enttäuscht sind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerstörender, unbekannter Kräfte versetzt. Jeder Schall, die leiseste Regung der Lüfte spannt unsre Aufmerksamkeit. Man traut gleichsam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erscheinung bringt dieselbe ängst-

*) Ueber die Frequenz der Erdstöße in Caschmir s. Troyer's Uebersetzung des altind. Radjatarangini Vol. II. p. 297 und Reisen von Carl v. Hügel Bd. II. S. 164.

†) Strabo lib. I. p. 100, Casaub. Daß der Ausdruck πηλὸς διαπύρου ποταμοῦ nicht Koth (Schlammauswurf), sondern Lava andeutet, erhellt deutlich aus Strabo lib. VI. p. 412. Vergl. Walter über Abnahme der vulkanischen Thätigkeit in historischen Zeiten 1844 S. 25.

liche Unruhe bei Thieren hervor. Schweine und Hunde sind besonders davon ergriffen. Die Crocodile im Orinoco, sonst so stumm als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menschen stellt sich das Erdbeben als etwas allgegenwärtiges, unbegrenztes dar. Von einem thätigen Ausbruch-Krater, von einem auf unsere Wohnung gerichteten Lavastrom kann man sich entfernen; bei dem Erdbeben glaubt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Heerd des Verderbens. Ein solcher Zustand des Gemüths, aus unserer innersten Natur hervorgerufen, ist aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von schwachen Erdstößen auf einander, so verschwindet bei den Bewohnern fast jegliche Spur der Furcht. An den regenlosen Küsten von Peru kennt man weder Hagel, noch den rollenden Donner und die leuchtenden Explosionen im Luftkreise. Den Wolken-Donner ersetzt dort das unterirdische Getöse, welches die Erdstöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die sehr verbreitete Meinung, als seien gefahrbringende Erschütterungen nur zwei- oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima schwache Oscillationen des Bodens kaum mehr Aufmerksamkeit erregen, als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Nachdem wir so die Thätigkeit, gleichsam das innere Leben der Erde in ihrem Wärmegehalt, in ihrer electromagnetischen Spannung, in ihrer Lichtausströmung an den Polen, in ihren unregelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen der Bewegung übersichtlich betrachtet haben; gelangen wir zu den stoffartigen Productionen (chemischen Veränderungen in der Erdrinde und in der Zusammensetzung des Dunstkreises), welche ebenfalls die Folge planetarischer Lebensthätigkeit sind. Wir sehen aus dem Boden ausströmen: Wasserdämpfe und gasförmige Kohlensäure, meist frei *) von aller Beimengung von Stickstoff; gekohltes Wasserstoffgas (in der chinesischen Provinz Sse-tschuan †) seit Jahrtausenden, in dem nordamerikanischen Staate von Neu-York im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt); Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf, seltener ‡) schweflige und Hydrochlor-Säure. Solche Ausströmungen aus Erdspalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längst erloschener Vulkane, man beobachtet sie auch ausnahmsweise in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkanische Gesteine unbedeckt zu Tage ausstehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß über dem Meere sich im Glimmerschiefer aus warmen Schwefeldämpfen niederschlagen gesehen ||), während daß dieselbe, einst für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Tiesan (südlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Unter allen Luftquellen sind die Exhalationen der Kohlensäure (sogenannte Mofetten) noch heute, der Zahl und Quantität der Production nach, die wichtigsten. Unser deutsches Vaterland lehrt uns, wie in den tief eingeschnittenen Thälern der Eifel, in der Umgebung des Lacher Sees, im Kesselthal von Wehr und in dem westlichen Böhmen, gleichsam in den Brandstätten der Vorwelt, oder in ihrer Nähe, sich die Ausströmungen der Kohlensäure, als letzte Regungen der vulkanischen Thätigkeit, offenbaren. In den früheren Perioden, wo, bei erhöhter Erdwärme und bei der Häufigkeit noch unausgefüllter Erdspalten, die Processe, welche wir hier beschreiben, mächtiger wirkten, wo Kohlensäure und heiße Wasserdämpfe in größeren Massen sich der Atmosphäre beimischten; muß, wie Adolph Brongniart ¶) scharfsinnig entwickelt hat, die junge Pflanzenwelt, fast überall und unab-

*) Bischof's gehaltvolle Schrift: Wärmelehre des inneren Erdkörpers.

†) Ueber die artesischen Feuerbrunnen (Ho-tsing) in China und den alten Gebrauch von tragbarem Gas (in Bambusröhren) bei der Stadt Khiung-tschen s. Klaproth in meiner Asie centrale T. II. p. 519—530.

‡) Boussingault (Annales de Chimie T. LII. p. 181) bemerkte in den Vulkanen von Neu-Granada gar keine Ausströmung von Hydrochlorsäure, während daß Monticelli in der Eruption von 1813 am Vesuv sie in ungeheurer Menge fand.

||) Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques T. I. p. 311 (Nivellement barométrique de la Cordillère des Andes No. 206).

¶) Adolph Brongniart in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 225.

hängig von der geographischen Ortsbreite, zu der üppigsten Fülle und Entwickelung ihrer Organe gelangt sein. In den immer warmen, immer feuchten, mit Kohlensäure überschwängerten Luftschichten müssen die Gewächse in solchem Grade Lebenserregungen und Ueberfluß an Nahrungsstoff gefunden haben, daß sie das Material zu den Steinkohlen- und Ligniten-Schichten hergeben konnten, welche in schwer zu erschöpfenden Massen die physischen Kräfte und den Wohlstand der Völker begründen. Solche Massen sind vorzugsweise, und wie in Becken vertheilt, gewissen Punkten Europa's eigen. Sie sind angehäuft in den britischen Inseln, in Belgien, in Frankreich, am Niederrhein und in Oberschlesien. In derselben Urzeit allverbreiteter vulkanischer Thätigkeit ist auch dem Schooße der Erde entquollen die ungeheure Menge Kohlenstoffes, welchen die Kalkgebirge in ihrer Zusammensetzung enthalten und welcher, vom Sauerstoff getrennt und in fester Substanz ausgeschieden, ungefähr den achten Theil der räumlichen Mächtigkeit jener Gebirge ausmachen würde*). Was unaufgenommen von den alkalischen Erden dem Luftkreis an Kohlensäure noch beigemengt war, wurde allmälig durch die Vegetation der Vorwelt aufgezehrt: so daß davon der Atmosphäre, wenn sie der Proceß des Pflanzenlebens gereinigt, nur der so überaus geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organisation der Thiere unschädlich ist. Auch häufiger ausbrechende schwefelsaure Dämpfe haben in den vielbelebten Binnenwassern der Urwelt den Untergang von Mollusken- und Fischgattungen, wie die Bildung der vielgekrümmten, wahrscheinlich oft durch Erdbeben erschütterten Gypsflöze bewirkt.

Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchkegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind†), geschmolzene Erden. Alle diese Stoffe verdanken ihre Temperatur und ihre chemische Naturbeschaffenheit dem Ort ihres Ursprungs. Die mittlere Wärme der Wasserquellen ist geringer als die des Luftkreises an dem Punkte, wo sie ausbrechen, wenn die Wasser von den Höhen herabkommen; ihre Wärme nimmt mit der Tiefe der Erdschichten zu, welche sie bei ihrem Ursprunge berühren. Das numerische Gesetz dieser Zunahme haben wir bereits oben angegeben. Das Gemisch der Wasser, welche aus der Höhe der Berge oder aus der Tiefe der Erde kommen, macht die Lage der Isogeothermen‡) (Linien gleicher innerer Erdwärme) schwierig zu bestimmen, wenn nämlich diese Bestimmung aus der Temperatur der ausbrechenden Wasserquellen geschlossen werden soll. So haben es eigene Beobachtungen mich und meine Gefährten in dem nördlichen Asien gelehrt. Die Temperatur der Quellen, welche seit einem halben Jahrhundert ein so viel bearbeiteter Gegenstand der physikalischen Untersuchungen geworden ist, hängt, wie die Höhe des ewigen Schnees, von vielen, sehr verwickelten Ursachen gleichzeitig ab. Sie ist Function der Temperatur der Erdschicht, in der sie entspringen, der Wärme-Capacität des Bodens, der Menge und Temperatur der Meteorwasser||), welche letztere selbst wiederum nach der Art ihrer Entstehung von der Luft-Temperatur der unteren Atmosphäre verschieden¶) ist.

*) Bischof a. a. O. S. 324 Anm. 2.

†) Humboldt, Asie centr. T. I. p. 43.

‡) Ueber die Theorie der Isogeothermen (Chthonisothermen) s. die scharfsinnigen Arbeiten von Kupffer in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 184 und Bd. XXXII. S. 270, im Voyage dans l'Oural p. 382—390 und in Edinb. Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 355. Vergl. Kämtz, Lehrb. der Meteor. Bd. II. S. 217, und über das Aufsteigen der Chthonisothermen in Gebirgsgegenden Bischof S. 174—198.

||) Lehrb. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 405.

¶) Ueber die Temperatur der Regentropfen in Cumana, welche bis 22°,3 herabsinkt, wenn die Luft-Temperatur kurz vorher 30°—31° gewesen war, und während des Regens 23°,4 zeigte, s. meine Rel. hist. T. II. p. 22. Die Regentropfen verändern, indem sie [illegible] fallen, die Normal-Temperatur ihrer Entstehung, welche von der Höhe der Wolkenschichten und deren Erwärmung an der oberen Fläche durch die Sonnenstrahlen abhängt. Nachdem nämlich die Regentropfen bei ihrer ersten Bildung, wegen der frei werdenden latenten Wärme, eine höhere Temperatur als das umgebende Medium in der obern Atmosphäre angenommen haben, erwärmen sie sich allerdings etwas mehr, indem sich im Fallen und beim Durchgange durch niedere, wärmere Luftschichten Wasserdampf auf sie niederschlägt und sie sich so vergrößern (Bischof, Wärmelehre des inneren Erdkörpers S. 73); aber diese Erwärmung wird durch Verdampfung compensirt. Erkältung der Atmosphäre durch Regen wird (das abgerechnet, was wahrscheinlich dem electrischen Proceß bei Gewitterregen angehört, durch die Tropfen erregt, die, selbst von niederer Temperatur wegen des Orts ihrer Entstehung, einen Theil der kalten höheren Luftschichten herabdrängen

Die sogenannten kalten Quellen können die mittlere Luft-Temperatur nur dann anzeigen, wenn sie, ungemischt mit den aus großer Tiefe aufsteigenden oder von beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Wassern, einen sehr langen Weg (in unsern Breiten zwischen vierzig und sechzig Fuß, in der Aequinoctial-Zone nach Boussingault einen Fuß *) unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben. Die hier bezeichneten Tiefen sind nämlich die der Erdschicht, in welcher, in der gemäßigten und in der heißen Zone, die Unveränderlichkeit der Temperatur beginnt, in der die stündlichen, täglichen oder monatlichen Wärmeveränderungen der Luft nicht mehr gespürt werden.

Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich fern von allen Vulkanen. Ich führe hier aus meinem Reiseberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwischen Porto Cabello und Nueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexicanischen Gebiete bei Guanaruato an: die ersten, aus Granit ausbrechend, hatten 90°,3; die zweiten, aus Basalt ausbrechend, 96°,4. Die Tiefe des Heerdes, aus welchem Wasser von dieser Temperatur aufsteigen, ist nach dem, was wir von dem Gesetz der Wärmezunahme im Innern der Erde wissen, wahrscheinlich an 6700 Fuß (über $^1/_2$ einer geographischen Meile). Wenn die Ursach der Thermalquellen wie der thätigen Vulkane die allverbreitete Erdwärme ist, so wirken die Gebirgsarten nur durch ihre Wärme-Capacität und ihre wärmeleitende Kraft. Die heißesten aller permanenten Quellen (zwischen 95° und 97°) sind merkwürdigerweise die reinsten, die, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten. Ihre Temperatur scheint im Ganzen auch minder beständig, als die der Quellen zwischen 50° und 74°, deren Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt, in Europa wenigstens, seit den funfzig bis sechzig Jahren, in denen man genaue Thermometer und genaue chemische Analysen angewandt, sich so wunderbar bewährt hat. Boussingault hat gefunden, daß die Therme von Las Trincheras seit meiner Reise in 23 Jahren (zwischen 1800 und 1823) von 90°,3 auf 97° gestiegen ist †). Diese überaus ruhig fließende Quelle ist also jetzt fast 7° heißer als die intermittirenden Springbrunnen des Geyser und des Strokr, deren Temperatur Krug von Nidda neuerlichst sorgfältiger bestimmt hat. Einen der auffallendsten Beweise von der Entstehung heißer Quellen durch das Herabsinken kalter Meteorwasser in das Innere der Erde und durch Berührung mit einem vulkanischen Heerde hat erst im vorigen Jahrhundert ein vor meiner amerikanischen Reise unbekannter Vulkan, der von Jorullo in Mexiko, dargeboten. Als sich derselbe im September 1759 plötzlich als ein Berg von 1580 Fuß über die umliegende Ebene erhob, verschwanden die zwei kleinen Flüsse, Rios de Cuitimba

---

und, den Boden benetzend, Verdampfung hervorbringen. Dies sind die gewöhnlichen Verhältnisse der Erscheinung. — Wenn, in seltenen Fällen, die Regentropfen wärmer (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 513) als die untere sie umgebende Luft sind, so kann vielleicht die Ursach in oberen warmen Strömungen oder in größerer Erwärmung langgedehnter, wenig dicker Wolken durch Insolation gesucht werden. Wie übrigens das Phänomen der Supplementar-Regenbogen, welche durch Interferenz des Lichtes erklärt werden, mit der Größe der fallenden Regentropfen und ihrer Zunahme zusammenhange; ja wie ein optisches Phänomen, wenn man es genau zu beobachten weiß, uns über einen meteorologischen Proceß nach Verschiedenheit der Zonen belehren kann: hat Arago mit vielem Scharfsinn entwickelt im Annuaire pour 1836 p. 300.

*) Nach Boussingault's gründlichen Untersuchungen scheint mir kein Zweifel darüber obzuwalten, daß unter den Tropen in sehr geringen Tiefen die Boden-Temperatur im Ganzen der mittleren Lufttemperatur gleich ist. Ich begnüge mich, folgende Beispiele hier anzuführen:

Stationen in der Tropenzone.	1 Fuß unter der Oberfläche der Erde.	Mittlere Temperatur der Luft.*	Höhe über d. Meeresfläche in Par. Fuß.
Guayaquil . .	26°,0	25°,6	0
Anserma nuevo	23°,7	23°,8	3231
Zupia . . .	21°,5	21°,5	3770
Popayan . .	18°,2	18°,7	5564
Quito . . .	15°,5	15°,5	8969

Die Zweifel über die Erdwärme zwischen den Wendekreisen, zu denen ich selbst vielleicht durch meine Beobachtungen in der Höhle von Caripe (Cueva del Guacharo) Anlaß gegeben habe (Rel. hist. T. III. p. 191—196), werden durch die Betrachtung gelöst, daß ich die vermuthete mittlere Luft-Temperatur des Klosters Caripe (18°5) nicht mit der Luft-Temperatur in der Höhle (18°7), sondern mit der Temperatur des unterirdischen Baches (16°,8) verglichen hatte; ob ich gleich selbst schon ausgesprochen (Rel. hist. T. III. p. 146 und 194), daß zu den Wassern der Höhle sich wohl höhere Bergwasser könnten gemischt haben.

†) Boussingault in den Ann. de Chimie T.

y de San Pedro, und erschienen einige Zeit nachher unter furchtbaren Erdstößen als heiße Quellen. Ich fand im Jahr 1803 ihre Temperatur zu 65°,8.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denselben Orten wie in dem hellenischen Alterthume. Der Erasinos-Quelle, zwei Stunden Weges südlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt schon Herodot. Bei Delphi sieht man noch die Kassotis (jetzt Brunnen des heil. Nikolaos), südlich von der Lesche entspringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kastalia am Fuß der Phädriaden und die Pirene bei Akrokorinth, wie die heißen Bäder von Aedepsos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatischen Krieges badete*). Ich führe gern diese Einzelheiten an, weil sie lebhaft daran erinnern, wie in einem so häufigen und heftigen Erschütterungen ausgesetzten Lande doch das Innere unsres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Wasser führender Spalten, wenigstens 2000 Jahre lang, seine alte Gestaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Lillers im Departement des Pas de Calais ist bereits im Jahr 1126 erbohrt worden, und seitdem ununterbrochen zu derselben Höhe mit derselben Wassermenge gestiegen; ja der vortreffliche Geograph der caramanischen Küste, Capitän Beaufort, hat dieselbe Flamme, genährt von ausströmendem brennbarem Gas, im Gebiet des Phaselis leuchten sehen, welche Plinius†) als die Flamme der Chimära in Lycien beschreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung‡), daß die tieferen artesischen Brunnen die wärmeren sind, hat zuerst ein großes Licht auf den Ursprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Gesetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. Auffallend ist es und erst in sehr neuer Zeit beachtet, daß schon der heilige Patricius||), wahrscheinlich Bischof von Pertusa, durch die bei Carthago ausbrechenden heißen Quellen am Ende des dritten Jahrhunderts auf eine sehr richtige Ansicht der Erscheinungen geleitet wurde. Als man ihn nach der Ursach der siedenden, dem Erdschooß entquellenden Wasser befragte, antwortete er: „Feuer wird in den Wolken genährt und im Innern der Erde, wie der Aetna sammt einem anderen Berge in der Nähe von Neapel euch lehren. Die unterirdischen Wasser steigen wie durch Heber empor. Die Ursach der heißen Quellen ist diese: die Wasser, welche vom unterirdischen Feuer entfernter sind, zeigen sich kälter; die, welche dem Feuer näher entquellen, bringen, durch dasselbe erwärmt, eine unerträgliche Hitze an die Oberfläche, die wir bewohnen."

So wie die Erschütterungen oft von Wasser- und Dampfausbrüchen begleitet sind, so erkennt man in den Salsen oder kleinen Schlammvulkanen einen Uebergang von den wechselnden Erscheinungen, welche die Dampfausbrüche und Thermalquellen darbieten, zu der mächtigen und grausenvollen Thätigkeit Lava speiender Berge. Wenn diese als Quellen geschmolzener Erden vulkanische Gebirgsarten hervorbringen; so erzeugen heiße, mit Kohlensäure und Schwefelgas geschwängerte Quellwasser ununterbrochen durch Niederschlag, horizontal auf einander gelagerte Schichten von Kalkstein (Tra-

---

III. p. 181. Die Quelle von Chaudes Aigues in der Auvergne hat nur 80°. Auch ist zu bemerken, daß, während die Aguas calientes de las Trincheras südlich am Portocabello (Venezuela), aus einem in regelmäßige Stöcke gespaltenen Granit ausbrechend, fern von allen Vulkanen volle 97° Wärme zeigen, alle Quellen am Abhange der noch thätigen Vulkane (Pasto, Cotopaxi und Tunguragua) nur eine Temperatur von 36°—54° haben.

*) Die Kassotis (Brunnen des heil. Nikolaus) und Kastalia-Quellen (Fuß der Phädriaden) in Pausanias X. 24, 5 und X. 8, 9; die Pirene (Akrokorinth) in Strabo p. 379; die Erasinos-Quelle (Berg Chaon unweit von Argos) in Herod. VI. 67 und Pausan. II. 24, 7; die Quellen von Aedepsos (Euböa), von denen einige 31°, andere 62° bis 75° Wärme haben, in Strabo p. 60 und 447, Athenäus II. 3, 73; die warmen Quellen von Thermopylä am Fuße des Oeta zu 65°, in Pausan. X. 21, 2. (Alles aus handschriftlichen Nachrichten von dem gelehrten Begleiter Otfried Müllers, Herrn Professor Curtius.)

†) Plin. II, 106; Seneca, Epist. 79 § 3 ed. Ruhkopf. (Beaufort, Survey of the Coast of Karamania 1820 Art. Banar, bei Deliktasch, dem alten Phaselis, p. 24.) Vergl. auch Ctesias Fragm. cap. 10 p. 250 ed. Bähr; Strabo lib. XIV p. 665 Casaub.

‡) Arago im Annuaire pour 1835 p. 234.

||) Acta S. Patricii p. 555 ed. Ruinart, T. II. p. 385 Mazochi. Dureau de la Malle hat zuerst auf diese merkwürdige Stelle aufmerksam gemacht in den Recherches sur la Topographie de Carthage 1835 p. 276. (Vergl. Seneca, Nat. Quaest. III, 24.)

vertino), oder bauen conische Hügel auf, wie im nördlichen Afrika (Algerien) und in den Banos von Caramarca, an dem westlichen Abhange der peruanischen Andeskette. In dem Travertino von Van Diemens Land (unweit Hobart-Town) sind nach Charles Darwin Reste einer untergegangenen Vegetation enthalten. Wir deuten hier durch Lava und Travertino (zwei Gebirgsarten, die fortfahren sich unter unseren Augen zu bilden) auf die Haupt-Gegensätze geognostischer Verhältnisse.

Die Salsen oder Schlammvulkane verdienen mehr Aufmerksamkeit, als die Geognosten ihnen bisher geschenkt haben. Man hat die Größe des Phänomens verkannt, weil von den zwei Zuständen, die es durchläuft, in den Beschreibungen gewöhnlich nur bei dem letzteren, dem friedlicheren Zustande, in dem sie Jahrhunderte lang beharren, verweilt wird. Die Entstehung der Salsen ist durch Erdbeben, unterirdischen Donner, Hebung einer ganzen Länderstrecke und einen hohen, aber auf eine kurze Dauer beschränkten Flammenausbruch bezeichnet. Als auf der Halbinsel Abscheron, am caspischen Meere, östlich von Baku, die Salse von Jokmali sich zu bilden anfing (27. Nov. 1827), loderten die Flammen drei Stunden lang zu einer außerordentlichen Höhe empor; die nachfolgenden 20 Stunden erhoben sie sich kaum 3 Fuß über den schlammauswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Baklichli, westlich von Baku, stieg die Feuersäule so hoch, daß man sie in sechs Meilen Entfernung sehen konnte. Große Felsblöcke, der Tiefe entrissen, wurden weit umhergeschleudert. Diese findet man auch um die gegenwärtig so friedlichen Schlammvulkane von Monte-Zibio, nahe bei Sassuolo im nördlichen Italien. Der Zustand des zweiten Stadiums hat sich über $1\frac{1}{2}$ Jahrtausende in den von den Alten beschriebenen Salsen von Girgenti (den Macalubi) in Sicilien erhalten. Dort stehen, nahe an einander gereihet, viele kegelförmige Hügel von 8, 10, ja 30 Fuß Höhe, die veränderlich ist, wie ihre Gestaltung. Aus dem oberen sehr kleinen und mit Wasser gefüllten Becken fließt, unter periodischer Entwickelung von Gas, lettiger Schlamm in Strömen herab. Dieser Schlamm ist gewöhnlich kalt, bisweilen (auf der Insel Java bei Damak in der Provinz Samarang) von hoher Temperatur. Auch die mit Geräusch ausströmenden Gasarten sind verschiedenartig: Wasserstoffgas mit Naphtha gemengt, Kohlensäure und, wie Parrot und ich erwiesen haben (auf der Halbinsel Taman und in den südamerikanischen Volcancitos de Turbaco), fast reines Stickgas*).

Die Schlammvulkane bieten dem Beobachter, nach dem ersten gewaltsamen Feuerausbruch, der vielleicht in gleichem Maaße nicht einmal allen gemein ist, das Bild einer meist ununterbrochen fortwirkenden, aber schwachen Thätigkeit des inneren Erdkörpers dar. Die Communication mit den tiefen Schichten, in denen eine hohe Temperatur herrscht, wird bald wieder in ihnen verstopft; und die kalten Ausströmungen der Salsen scheinen zu lehren, daß der Sitz des Phänomens im Beharrungszustande nicht sehr weit von der Oberfläche entfernt sein könne. Von ganz anderer Mächtigkeit zeigt sich die Reaction des inneren Erdkörpers auf die äußere Rinde in den eigentlichen Vulkanen oder feuerspeienden Bergen, d. i. in solchen Punkten der Erde, in welchen eine bleibende oder wenigstens von Zeit zu Zeit erneuerte Verbindung mit einem tiefen Heerde sich offenbart. Man muß sorgfältig unterscheiden zwischen mehr oder minder gesteigerten vulkanischen Erscheinungen, als da sind: Erdbeben, heiße Wasser- und Dampfquellen, Schlammvulkane, das Hervortreten von glocken- und domförmigen ungeöffneten Trachytbergen, die Oeffnung dieser Berge oder der emporgehobenen Basaltschichten als Erhebungskrater, endliches Aufsteigen eines permanenten Vulkans in dem Erhebungskrater selbst oder zwischen den Trümmern seiner ehemaligen

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 562—567; Asie centrale T. I. p. 43, T. II. p. 505—515; Vues des Cordillères Pl. XLI. Ueber die Macalubi (das arabische makhlub, umgestürzt, das Umgekehrte, von der Wurzel khalaba) und wie „die Erde flüssige Erde ausstößt," s. Solinus cap. 5: idem ager Agrigentinus eructat limosas scaturigines, et ut venae fontium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hac Siciliae parte solo nunquam deficiente, aeterna rejectatione terram terra evomit.

Bildung. Zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Graden der Thätigkeit und Kraft, stoßen die permanenten Vulkane Wasserdämpfe, Säuren, weitleuchtende Schlacken oder, wenn der Widerstand überwunden werden kann, bandförmig schmale Feuerströme geschmolzener Erden aus.

Als Folge einer großen, aber localen Kraftäußerung im Inneren unsres Planeten heben elastische Dämpfe entweder einzelne Theile der Erdrinde zu domförmigen, ungeöffneten Massen feldspathreichen Trachyts und Dolerits (Puy de Dôme und Chimborazo) empor; oder es werden die gehobenen Schichten durchbrochen, und dergestalt nach außen geneigt, daß auf der entgegengesetzten inneren Seite ein steiler Felsrand entsteht. Dieser Rand wird dann die Umgebung eines Erhebungskraters. Wenn derselbe, was keineswegs immer der Fall ist, von dem Meeresgrunde selbst aufgestiegen ist, so hat er die ganze physiognomische Gestaltung der gehobenen Insel bestimmt. Dies ist die Entstehung der zirkelrunden Form von Palma, die Leopold von Buch so genau und geistreich beschrieben, und von Nisyros*) im ägäischen Meere. Bisweilen ist die eine Hälfte des ringförmigen Randes zerstört, und in dem Busen, den das eingedrungene Meer gebildet, haben gesellige Corallenthiere ihre zelligen Wohnungen aufgebaut. Auch auf den Continenten sind die Erhebungskrater oft mit Wasser gefüllt und verschönern auf eine ganz eigenthümliche Weise den Charakter der Landschaft.

Ihre Entstehung ist nicht an eine bestimmte Gebirgsart gebunden; sie brechen aus in Basalt, Trachyt, Leucit-Porphyr (Somma), oder in doleritartigem Gemenge von Augit und Labrador. Daher die so verschiedene Natur und äußere Gestaltung dieser Art der Kraterränder. „Von solchen Umgebungen gehen keine Eruptions-Erscheinungen aus; es ist durch sie kein bleibender Verbindungscanal mit dem Inneren eröffnet, und nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Inneren eines solchen Kraters Spuren von noch wirkender vulkanischer Thätigkeit. Die Kraft, welche eine so bedeutende Wirkung hervorzubringen vermochte, muß sich lange im Inneren gesammelt und verstärkt haben, ehe sie den Widerstand der darauf drückenden Masse überwältigen konnte. Sie reißt bei Entstehung neuer Inseln körnige Gebirgsarten und Conglomerate (Tuffschichten voll Seepflanzen) über die Oberfläche des Meers empor. Durch den Erhebungskrater entweichen die gespannten Dämpfe; eine so große erhobene Masse fällt aber wieder zurück und verschließt sofort die nur für solche Kraftäußerung gebildete Oeffnuug. Es entsteht kein Vulkan †)."

Ein eigentlicher Vulkan entsteht nur da, wo eine bleibende Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise errungen ist. In ihm ist die Reaction des Inneren gegen die Oberfläche in langen Epochen dauernd. Sie kann, wie einst beim Vesuv (Fisove ‡), Jahr-

*) S. die interessante kleine Carte der Insel Nisyros in Roß, Reisen auf den griechischen Inseln Bd. II. 1843 S. 69.

†) Leopold von Buch, Phys. Beschreibung der Canarischen Inseln S. 326; derselbe über Erhebungscratere und Vulcane, in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 169. Schon Strabo unterscheidet sehr schön da, wo er der Trennung Siciliens von Calabrien erwähnt, die zwiefache Bildung von Inseln. „Einige Inseln," sagt er (lib. VI. p. 258 ed. Casaub.), „sind Bruchstücke des festen Landes; andere sind aus dem Meere, wie noch jetzt sich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Hochser-Inseln (die weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrscheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden scheinen (vernunftgemäß) dem Festlande abgerissen."

‡) Oder Fisove (Mons Vesuvius) in umbrischer Sprache (Lassen, Deutung der Eugubinischen Tafeln, im Rhein. Museum 1832 S. 387); das Wort [illegible] ist sehr wahrscheinlich ächt umbrisch und bedeutet, [illegible] Festus, Berg. Aetna würde, wenn nach [illegible] Αἴτνη ein hellenischer Laut ist und mit αἴθω und [illegible] zusammenhängt, ein Brand- und Glanzberg sein; aber der scharfsinnige Parthey bezweifelt diesen hellenischen Ursprung aus etymologischen Gründen: auch weil der Aetna keineswegs als ein leuchtendes Feuerzeichen für hellenische Schiffer und Wanderer dasteht, wie der rastlos arbeitende Stromboli (Strongyle), den Homer zu bezeichnen scheint (Odyss. XII, 68, 202 und 219), wenn auch die geographische Lage minder bestimmt angegeben ist. Ich vermuthe, daß der Name Aetna sich in der Sprache der Siculer finden würde, wenn man irgend erhebliche Reste derselben besäße. Nach Diodor (V, 6) wurden die Sicaner, d. i. die Eingebornen von Sicilien (Völker, die vor den Siculern die Insel bewohnten), durch Eruptionen des Aetna, welche mehrere Jahre dauerten, gezwungen, sich in den westlichen Theil des Landes zu flüchten. Die älteste beschriebene Eruption des Aetna ist die von Pindar und Aeschylus erwähnte unter Hieron Ol. 75, 2. Es ist wahrscheinlich, daß Hesiodus schon verheerende Wirkungen des Aetna vor den griechischen Niederlassungen gekannt habe; doch über den Namen Αἴτνη im Text des Hesiodus bleiben Zweifel, deren ich an einem anderen Orte umständlicher gedacht habe (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. I. p. 168).

hunderte lang unterbrochen sein und dann doch wieder in erneuerter Thätigkeit sich darbieten. Zu Nero's Zeiten war man in Rom schon geneigt, den Aetna in die Classe allmälig erlöschender Feuerberge*) zu setzen; ja später behauptete Aelian†) sogar, die Seefahrer fingen an, den einsinkenden Gipfel weniger weit vom hohen Meere aus zu sehen. Wo die Zeugen des ersten Ausbruchs, ich möchte sagen, das alte Gerüste sich vollständig erhalten hat, da steigt der Vulkan aus einem Erhebungskrater empor, da umgiebt den isolirten Kegelberg circusartig eine hohe Felsmauer, ein Mantel, der aus stark aufgerichteten Schichten besteht. Bisweilen ist von dieser circusartigen Umgebung keine Spur mehr sichtbar, und der Vulkan, nicht immer ein Kegelberg, steigt auch als ein langgedehnter Rücken, wie der Pichincha, an dessen Fuß die Stadt Quito liegt, unmittelbar aus der Hochebene auf.

Wie die Natur der Gebirgsarten, d. h. die Verbindung (Gruppirung) einfacher Mineralien zu Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, zu Trachyt, Basalt und Dolerit, unabhängig von den jetzigen Klimaten, unter den verschiedensten Himmelsstrichen dieselbe ist; so sehen wir auch überall in der anorganischen Natur gleiche Gesetze der Gestaltung sich enthüllen, Gesetze, nach welchen die Schichten der Erdrinde sich wechselseitig tragen, gangartig durchbrechen, durch elastische Kräfte sich heben. In den Vulkanen ist dieses Wiederkehren derselben Erscheinungen besonders auffallend. Wo dem Seefahrer nicht mehr die alten Sterne leuchten, in Inseln ferner Meere, von Palmen und fremdartigen Gewächsen umgeben, sieht er in den Einzelheiten des landschaftlichen Charakters den Vesuv, die domförmigen Gipfel der Auvergne, die Erhebungskrater der canarischen und azorischen Inseln, die Ausbruchsspalten von Island wiederkehrend abgespiegelt; ja ein Blick auf den Begleiter unsres Planeten, den Erdmond, verallgemeinert die hier bemerkte Analogie der Gestaltung. In den mittelst großer Fernröhre entworfenen Carten des luft- und wasserlosen Satelliten erkennt man mächtige Erhebungskrater, welche Kegelberge umgeben oder sie auf ihren Ringwällen tragen: unbestreitbare Wirkungen der Reaction des Inneren gegen die Oberfläche des Mondes, begünstigt von dem Einfluß einer geringeren Schwere.

Wenn in vielen Sprachen Vulkane mit Recht feuerspeiende Berge genannt werden, so ist ein solcher Berg darum keineswegs durch eine allmälige Anhäufung von ausfließenden Lavaströmen gebildet; seine Entstehung scheint vielmehr allgemein die Folge eines plötzlichen Emporhebens zäher Massen von Trachyt oder labradorhaltigem Augitgesteine zu sein. Das Maaß der hebenden Kraft offenbart sich in der Höhe der Vulkane; und diese ist so verschieden, daß sie bald die Dimension eines Hügels (Vulkan von Cosima, einer der japanischen Kurilen), bald die eines 18000 Fuß hohen Kegels hat. Es hat mir geschienen, als sei das Höhenverhältniß von großem Einfluß auf die Frequenz der Ausbrüche, als wären diese weit häufiger in den niedrigeren als in den höheren Vulkanen. Ich erinnere an die Reihenfolge: Stromboli (2175 Fuß), der fast täglich donnernde Guacamayo in der Provinz Quiros (ich habe ihn oft in 22 Meilen Entfernung in Chillo bei Quito gehört), der Vesuv (3637 F.), Aetna (10200 F.), Pic von Teneriffa (11424 F.) und Cotopaxi (17892 F.). Ist der Heerd dieser Vulkane in gleicher Tiefe, so gehört eine größere Kraft dazu, die geschmolzenen Massen zu einer 6 und 8mal größeren Höhe zu erheben. Während daß der niedrige Stromboli (Strongyle) rastlos arbeitet, wenigstens seit den Zeiten homerischer Sagen, und, ein Leuchtthurm des tyrrhenischen Meeres, den Seefahrern zum leitenden Feuerzeichen wird, sind die höheren Vulkane durch lange Zwischenzeiten von Ruhe charakterisirt. So sehen wir die Eruptionen der meisten Colosse, welche die Andeskette krönen, fast durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt. Wo man Ausnahmen von diesem Gesetze bemerkt, auf welches ich längst schon aufmerksam gemacht, mögen sie in dem Umstande gegründet sein, daß die Verbindungen zwischen dem

*) *Seneca, Epist. 79.*

†) Aelian, Var. hist. VIII, 11.

vulkaniſchen Heerde und dem Ausbruchkrater nicht bei allen Vulkanen, die man vergleicht, in gleichem Maaße als permanent frei gedacht werden können. In den niedrigen mag eine Zeit lang der Verbindungscanal verſchloſſen ſein, ſo daß ihre Ausbrüche ſeltener werden, ohne daß ſie deshalb dem Erlöſchen näher ſind.

Mit den Betrachtungen über das Verhältniß der abſoluten Höhe zur Frequenz der Entflammung des Vulkans, in ſo fern dieſelbe äußerlich ſichtbar iſt, ſteht in genauem Zuſammenhange der Ort, an welchem die Lava ſich ergießt. Bei vielen Vulkanen ſind die Ausbrüche aus dem Krater überaus ſelten, ſie geſchehen meiſt, wie am Aetna im ſechzehnten Jahrhundert der berühmte Geſchichtsſchreiber Bembo*) ſchon als Jüngling bemerkte, auf Seitenſpalten, da wo die Wände des gehobenen Berges durch ihre Geſtaltung und Lage am wenigſten Widerſtand leiſten. Auf dieſen Spalten ſteigen bisweilen Auswurfskegel auf: große, die man fälſchlich durch den Namen neuer Vulkane bezeichnet und die an einander gereihet die Richtung einer, bald wieder geſchloſſenen Spalte bezeichnen; kleine in Gruppen zuſammengedrängt, eine ganze Bodenſtrecke bedeckend, glocken- und bienenkorbartig. Zu den letzteren gehören die hornitos de Jorullo†), und die Kegel des Veſuvausbruchs im October 1822, des Vulkans von Awatſcha nach Poſtels und des Lavenfeldes bei den Baidaren-Bergen nach Erman, auf der Halbinſel Kamtſchatka.

Stehen die Vulkane nicht frei und iſolirt in einer Ebene, ſind ſie, wie in der Doppelkette der Andes von Quito, von einem neun- bis zwölftauſend Fuß hohen Tafellande umgeben, ſo kann dieſer Umſtand wohl dazu beitragen, daß ſie bei den furchtbarſten Ausbrüchen feuriger Schlacken, unter Detonationen, die über hundert Meilen weit vernommen werden, keine Lavaſtröme erzeugen‡). So die Vulkane von Popayan, der Hochebene von Los Paſtos, und der Andes von Quito, vielleicht unter den letzteren den einzigen Vulkan von Antiſana ausgenommen.

Die Höhe des Aſchenkegels und die Größe und Form des Kraters ſind Elemente der Geſtaltung, welche vorzugsweiſe den Vulkanen einen individuellen Charakter geben; aber beide, Aſchenkegel und Krater, ſind von der Dimenſion des ganzen Berges völlig unabhängig. Der Veſuv iſt mehr als dreimal niedriger als der Pic von Teneriffa, und ſein Aſchenkegel erhebt ſich doch zu $^1/_3$ der ganzen Höhe des Berges, während der Aſchenkegel des Pics nur $^1/_{29}$ derſelben beträgt. Bei einem viel höheren Vulkan als dem von Teneriffa, bei dem Rucu-Pichincha, tritt dagegen ein Verhältniß ein, das wiederum dem des Veſuvs näher kommt. Unter allen Vulkanen, die ich in beiden Hemiſphären geſehen, iſt die Kegelform des Cotopari die ſchönſte und regelmäßigſte. Ein plötzliches Schmelzen des Schnees an ſeinem Aſchenkegel verkündigt die Nähe des Ausbruchs. Ehe noch Rauch ſichtbar wird in den dünnen Luftſchichten, die den Gipfel und die Krateröffnung umgeben, ſind bisweilen die Wände des Aſchenkegels von innen durchglüht, und der ganze Berg bietet dann den grauſenvollſten, unheilverkündigenden Anblick der Schwärze dar.

Der Krater, welcher, ſehr ſeltene Fälle ausgenommen, ſtets den Gipfel der Vulkane einnimmt, bildet ein tiefes, oft zugängliches Keſſelthal, deſſen Boden beſtändigen Veränderungen unterworfen iſt. Die größere oder geringere Tiefe des Kraters iſt bei vielen Vulkanen ebenfalls ein Zeichen des nahen oder fernen Bevorſtehens einer Eruption. Es öffnen und ſchließen ſich wechſelsweiſe in dem Keſſelthale langgedehnte dampfausſtrömende

---

*) Petri Bembi Opuscula (Aetna Dialogus). Basil. 1556 p. 63: „quicquid in Aetnae matris utero coaluerit, nunquam exit ex cratere superiore, quod vel ea horridere gravis materia non queat, vel, quia inferius alia spiramenta sunt, non fit opus. Despumant flammis urgentibus ignei rivi pigro fluxu tabe delambentes plagas, et in lapidem indurescunt."

†) S. meine Zeichnung des Vulkans von Jorullo, seiner Hornitos und des gehobenen Malpays in den Vues des Cordillères Pl. XLIII. p. 239.

‡) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes et Tableau phys. des Régions équinoxiales 1807 p. 130 und Essai géogn. sur le gisement des Roches p. 321. Daß übrigens nicht die Geſtaltung, Lage und abſolute Höhe der Vulkane die Urſach des völligen Mangels von Lavaſtrömen bei fortdauernder innerer Thätigkeit ſei, lehrt uns der größere Theil der Vulkane von Java (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 419; Reinwardt und Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 607).

Spalten oder kleine rundliche Feuerschlünde, die mit geschmolzenen Massen gefüllt sind. Der Boden steigt und sinkt; in ihm entstehen Schlackenhügel und Auswurfskegel, die sich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Physiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zusammenstürzen und verschwinden. Die Oeffnungen dieser Auswurfskegel, die aus dem Kraterboden aufsteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geschieht, mit dem Krater selbst, der sie einschließt, verwechselt werden. Ist dieser unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), so blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesselthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen. In der Zwischenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, sondern bloß offene Spalten und aufsteigende Wasserdämpfe dar; oder man findet auf seinem kaum erhitzten Boden Schlackenhügel, denen man sich gefahrlos nähern kann. Sie ergötzen gefahrlos den wandernden Geognosten durch das Auswerfen feurigglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenkegels herabfallen und deren Erscheinen kleine, ganz locale Erdstöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt sich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und überzufließen. Geschieht aber ein solcher Durchbruch, so fließt die neueröffnete Erdquelle meist dergestalt ruhig und auf so bestimmten Wegen, daß das große Kesselthal, welches man Krater nennt, selbst in dieser Eruptions-Epoche besucht werden kann. Ohne eine genaue Darstellung von der Gestaltung, gleichsam dem Normalbau der feuerspeienden Berge können Erscheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantastische Beschreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den so unbestimmten Sprachgebrauch der Wörter Krater, Ausbruchkegel und Vulkan lange verunstaltet worden sind. Die Ränder des Kraters zeigen sich theilweise weit weniger veränderlich, als man es vermuthen sollte. Saussure's Messungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Vesuv das merkwürdige Resultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordwestliche Rand des Vulkans (Rocca del Palo) in seiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unserer Messungen als fast unverändert betrachtet werden darf *).

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erscheinungen dar. Die Schneemassen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberschwemmungen, Wasserströme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismassen schwimmen; sie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe ist, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgesteins. Höhlungen, welche sich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden so allmälig in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, die mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterirdischen Gewölbe, und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schlamm. Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen †), die Prenadilla der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19. zum 20. Junius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so daß vom Kraterrande nur zwei ungeheure Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger Tuff

*) S. die Fundamente meiner Messungen verglichen mit denen von Saussure und Graf Minto in den Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

†) Pimelodes Cyclopum s. Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée T. I. p. 21—25.

und Unfruchtbarkeit verbreitender Lettenschlamm (lodazales), todte Fische einhüllend, auf fast zwei Quadratmeilen die Felder umher. Eben so wurden, sieben Jahr früher, die Faulfieber in der Gebirgestadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fischauswurfe des Vulkans Imbaburu zugeschrieben.

Wasser und Schlamm, welche in der Andeskette nicht dem Krater selbst, sondern den Höhlen in der Trachytmasse des Berges entströmen, sind demnach im engeren Sinne des Worts nicht den eigentlichen vulkanischen Phänomenen beizuzählen. Sie stehen nur in mittelbarem Zusammenhange mit der Thätigkeit der Vulkane, fast in demselben Maaße, wie der sonderbare meteorologische Proceß, welchen ich in meinen früheren Schriften mit der Benennung *vulkanischer Gewitter* bezeichnet habe. Der heiße Wasserdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet beim Erkalten ein *Gewölk*, von dem die viele tausend Fuß hohe *Aschen-* und *Feuersäule* umgeben ist. Eine so plötzliche Condensation der Dämpfe und, wie Gay-Lussac gezeigt hat, die Entstehung einer Wolke von ungeheurer Oberfläche vermehren die electrische Spannung. Blitze fahren schlängelnd aus der Aschensäule hervor, und man unterscheidet dann (wie am Ende des Ausbruchs des Vesuvs in den letzten Tagen des October 1822) deutlichst den rollenden Donner des *vulkanischen Gewitters* von dem Krachen im Inneren des Vulkans. Die aus der vulkanischen Dampfwolke herabfahrenden Blitze haben einst in Island (am Vulkan Katlagia 17. October 1755) nach Olafsen's Bericht 11 Pferde und 2 Menschen getödtet.

Nachdem wir so in dem Naturgemälde den Bau und die dynamische Thätigkeit der Vulkane geschildert haben, müssen wir noch einen Blick auf die *stoffartige* Verschiedenheit ihrer Erzeugnisse werfen. Die unterirdischen Kräfte trennen alte Verbindungen der Stoffe, um neue Verbindungen hervorzubringen, sie bewegen zugleich das Umgewandelte fort, so lange es, in Wärme aufgelöst, noch verschiebbar ist. Das Erstarren des Zähen oder des Beweglich-Flüssigen unter größerem oder geringerem Drucke scheint hauptsächlich den Unterschied der Bildung *plutonischer* und *vulkanischer* Gebirgsarten zu bestimmen. Eine Gebirgsart, in schmalen Längen-Zonen einer vulkanischen Mündung (einem Erde-Quell) entflossen, heißt Lava. Wo mehrere Lavaströme sich begegnen und in ihrem Laufe aufgehalten werden, dehnen sie sich in der Breite aus und füllen große Becken, in welchen sie zu auf einander gelagerten Schichten erstarren. Diese wenigen Sätze enthalten das Allgemeine der productiven Thätigkeit der Vulkane.

Gebirgsarten, welche die Vulkane blos durchbrechen, bleiben oft in den Feuerproducten eingeschlossen. So habe ich feldspathreiche Syenitmassen in den schwarzen Augitlaven des mexicanischen Vulkans von Jorullo, als eckige Stücke eingewachsen, gefunden; die Massen von Dolomit und körnigem Kalkstein aber, welche prachtvolle Drusen krystallisirter Fossilien (Vesuviane und Granaten, von Mejonit, Nephelin und Sodalith bedeckt) enthalten, sind nicht *Auswürflinge des Vesuvs*: „sie gehören vielmehr einer sehr allgemein verbreiteten Formation, Tuffschichten an, welche älter als die Erhebung der Somma und des Versuvs, wahrscheinlich Erzeugnisse einer submarinischen, tief im Inneren verborgenen, vulkanischen Wirkung sind.“*) Unter den Producten der jetzigen Vulkane finden sich fünf Metalle: Eisen, Kupfer, Blei, Arsenik, und das von Stromeyer im Krater von Volcano entdeckte Selen. Durch dampfende Fumarolen sublimiren sich Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei und Chloramchonium; Eisenglanz†) und Kochsalz (das letzte oft in großer Menge) erscheinen als Gangtrümmer in frischgeflossenen Lavaströmen oder auf neuen Spalten der Kraterränder.

---

*) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 179.

†) Ueber den chemischen Ursprung des Eisenglanzes in vulkanischen Massen s. Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Ueber die Entbindung der Hydrochlorsäure im Krater s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Phys. T. XXII. p. 423.

Die mineralische Zusammensetzung der Laven ist verschieden nach der Natur des krystallinischen Gesteins, aus welchem der Vulkan besteht, nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geschieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters), nach dem Temperatur-Zustande des Inneren. Glasartige vulkanische Bildungen, Obsidian, Perlstein oder Bimsstein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieselben bei anderen nur aus dem Krater selbst oder wenigstens aus beträchtlichen Höhen entspringen. Diese wichtigen und verwickelten Verhältnisse können allein durch sehr genaue krystallographische und chemische Untersuchungen ergründet werden. Mein sibirischer Reisebegleiter Gustav Rose, wie später Hermann Abich, haben mit vielem Glücke und Scharfsinn angefangen über das dichte Gewebe so verschiedenartiger vulcanischer Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufsteigenden Dämpfen ist der größere Theil reiner Wasserdampf. Condensirt, wird derselbe als Quelle z. B. auf der Insel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26. October 1822, aus dem Krater des Vesuvs durch eine Seitenspalte sich ergießen sah und lange für siedendes Wasser hielt, war nach Monticelli's genauer Untersuchung trockne Asche, die wie Triebsand herabschoß, eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erscheinen der Asche aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinstert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Oelbäumen so verderblich wird, bezeichnet durch ihr säulenförmiges Emporsteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das ist die prachtvolle Erscheinung, die am Vesuv schon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Gestalt einer hochgezweigten, aber schattigen Pinie verglichen hat. Was man bei Schlackenausbrüchen als Flammen beschreibt, ist, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater schweben, gewiß nicht brennendem Wasserstoffgas zuzuschreiben. Es sind vielmehr Lichtreflexe, die von den hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen; theils auch Lichtreflexe aus der Tiefe, welche die aufsteigenden Dämpfe erleuchten. Was aber die Flammen sein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küsten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkanischen Eilandes seit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufsteigen gesehen, entscheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, was in den Vulkanen brenne, was die Wärme errege, die Erden und Metalle schmelzend mischt, ja Lavaströmen von großer Dicke*) mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt; so liegt einer solchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlenflötze, an das Dasein gewisser feuerernährender Stoffe gebunden sein. Nach den verschiedenen Phasen chemischer Ansichten wurden so bald Erdpech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zertheiltem Schwefel und Eisen, bald pyrophorartige Substanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in ihrer intensiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarsten metallischen Substanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in seinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (Consolation in travel and last days of a Philosopher) seiner kühnen chemischen Hypothese selbst entsagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem specifischen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2), der Mangel von Wasserstoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterspalten und der nicht erkalteten Lavaströme, viele chemische Betrachtungen endlich†) stehen in Widerspruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère. Entwickelte sich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava, wie groß müßte nicht dessen Masse sein, wenn bei einer sehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die aus-

---

*) S. die schönen Versuche über Abkühlung von Steinmassen in Bischof's Wärmelehre S. 384, 443, 500–512.

†) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. *Annalen* Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 422; Bischof, reasons against the Chemical Theory of Volcanoes in der englischen Ausgabe seiner Wärmelehre p. 297—309.

fließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Mackenzie und Soemund Magnussen beschriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul in Island (11. Junius bis 3. August 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und angedämmt mehrere hundert Fuß Dicke erreicht. Eben solche Schwierigkeiten zeigen sich bei der geringen Menge ausströmenden Stickgases, wenn man das Eindringen der atmosphärischen Luft in den Krater, oder, wie man bildlich sich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers, annimmt. Eine so allgemeine, so tief wirkende, sich im Inneren so weit fortpflanzende Thätigkeit, als die der Vulkane, kann wohl nicht ihren Urquell in der chemischen Verwandtschaft, in dem Contact einzelner nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognosie sucht diesen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur, in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet seinem ersten Erstarren, seiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zusammenziehung dunstförmiger elliptisch kreisender Stoffe verdankt. Neben dem sicheren Wissen steht das Vermuthen und Meinen. Eine philosophische Naturkunde strebt sich über das enge Bedürfniß einer bloßen Naturbeschreibung zu erheben. Sie besteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der sterilen Anhäufung isolirter Thatsachen. Dem neugierig regsamen Geiste des Menschen muß es erlaubt sein, aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuschweifen, zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann, und sich an den alten, unter so vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognosie zu ergötzen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüssiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden ausstoßen, sanft und stille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgendwo einen Ausgang findet; so erinnern wir uns unwillkührlich an Platon's geognostische Phantasien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkanischen Feuerströme, Ausflüsse des Pyriphlegeton*), einer im Inneren des Erdkörpers allgegenwärtigen Ursache, sind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche, unabhängig von allen klima-

*) Nach Platons geognostischen Ansichten, wie sie im Phädon entwickelt sind, spielt der Pyriphlegethon in Hinsicht auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieselbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geschmolzenen Zustande der inneren Erdschichten zuschreiben (Phaedon ed. Ast p. 603 und 607. Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb der Erde rings umher sind größere und kleinere Gewölbe. Wasser strömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerströme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils schmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerstrome sich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerstrom selbst; von denen denn alle Oerter erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme seinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegethon ergießt sich in eine weite mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend, wo er einen See bildet, größer als unser Meer, siedend von Wasser und Schlamm. Von hier aus bewegt er sich im Kreise herum um die Erde trübe und schlammig." Dieser Fluß geschmolzener Erde und Schlammes ist so sehr die allgemeine Ursach der vulkanischen Erscheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzusetzt: „So ist der Pyriphlegethon beschaffen, von welchem auch die Feuerströme (οἱ ῥύακες), wo auf der Erde sie sich auch finden mögen (ὁπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς), kleine Theile (abgerissene Stücke) heraufführen." Die vulkanischen Schlacken und Lavaströme sind demnach Theile des Pyriphlegethon selbst, Theile jener unterirdischen geschmolzenen, stets wogenden Masse. Daß aber οἱ ῥύακες Lavaströme, und nicht, wie Schneider, Passow und Schleiermacher wollen, „feuerspeiende Berge" bedeute, ist aus vielen theilweise schon von Ukert (Gregr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 266) gesammelten Stellen sichtbar; ῥύαξ ist das vulkanische Phänomen von seiner bedeutendsten Seite, dem Lavastrom, gefaßt. Daher der Ausdruck: die ῥύακες des Aetna. Aristot. Mirab. Ausc. T. II. p. 833 sect. 38 Bekker; Thucyd. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: viele nahe am Meer unfern dem Aetna gelegenen Orte wurden zu Grunde gerichtet ὑπὸ τοῦ καλουμένου ῥύακος;" Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühschlamme der Lelantischen Ebene auf Euböa I p. 58 Casaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tadel, welchen Aristoteles (Meteor. II. 2, 19) über die geognostischen Phantasien im Phädon ausspricht, bezieht sich eigentlich nur auf die Quellen der Flüsse, welche die Oberfläche der Erde durchströmen. Auffallend muß uns die von Plato so bestimmt ausgesprochene Ansicht sein, nach der „feuchte Schlammauswürfe in Sicilien den Glühströmen (Lavaströmen) vorhergehen." Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine Veranlassung gegeben haben, wenn gleich Rapilli und Asche, während des vulkanisch-electrischen Gewitters am Eruptionskrater, mit geschmolzenem Schnee und Wasser breiartig gemischt, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrscheinlicher ist es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammströme (ὑγροὶ πηλοῦ ποταμοί) eine dunkle Erinnerung der Salsen (Schlammvulkane von Agrigent sind, die mit großem Getöse Letten auswerfen und deren ich schon oben (An. S. 116) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophrast ist in dieser Hinsicht der Verlust des Buches „von dem vulkanischen Strom in Sicilien," (περὶ ῥύακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), dessen Diog. Laert. V, 39 gedenkt, zu beklagen.

tischen Verschiedenheiten, ist sehr scharfsinnig und charakteristisch auf zwei Classen zurückgeführt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane, „je nachdem dieselben den Mittelpunkt vieler, fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden, oder in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen, gleichsam als Essen auf einer langgedehnten Spalte. Die Reihenvulkane sind wiederum zweierlei Art. Entweder erheben sie sich als einzelne Kegel-Inseln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihnen meist zur Seite, in derselben Richtung, ein primitives Gebirge, dessen Fuß sie zu bezeichnen scheinen, oder die Reihenvulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe und bilden die Gipfel selbst." *) Der Pic von Teneriffa z. B. ist ein Centralvulkan, der Mittelpunkt der vulkanischen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lancerote herzuleiten sind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei und drei parallele Ketten getheilte und dann durch schmale Querjöcher gegliederte Andeskette bietet vom südlichen Chili bis zur Nordwestküste von Amerika die großartigste Erscheinung des Auftretens von Reihenvulkanen in einem Festlande dar. In der Andeskette verkündigt sich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsarten (Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andesit, Diorit-Porphyr), welche die sogenannten uranfänglichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangsschichten und die Flözformationen trennen. Ein solches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugung angeregt, daß jene sporadischen Gebirgsarten der Sitz vulkanischer Erscheinungen wären, und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tunguragua, bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), sah ich zum ersten Male und deutlich einen Glimmerschiefer, der auf Granit ruht, vom vulkanischen Gestein durchbrochen.

Auch die Reihenvulkane des Neuen Continents sind theilweise, wo sie nahe liegen, in gegenseitiger Abhängigkeit von einander; ja man sieht seit Jahrhunderten sich die vulkanische Thätigkeit in gewissen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach Süden †) allmälig fortbewegen. Der Heerd selbst liegt unter dem ganzen Hochlande dieser Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmosphäre sind die Berge, welche wir, mit besonderen Namen, als Vulkane von Pichincha, Cotopaxi oder Tunguragua bezeichnen, und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Gestaltung den erhabensten und malerischsten Anblick darbieten, der irgendwo in einer vulkanischen Landschaft auf einem schmalen Raume zu finden ist. Da die äußersten Glieder solcher Gruppen von Reihenvulkanen durch unterirdische Communicationen mit einander verbunden sind, wie vielfache Erfahrungen lehren, so erinnert diese Thatsache an Seneca's alten und wahren Ausspruch ‡), daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkanischen Kräfte sei." Auch im mexicanischen Hochlande scheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl, Jorullo, Colima), von denen ich nachgewiesen ‖), daß sie alle in Einer Richtung zwischen 18°

---

*) Leopold von Buch, Physikal. Beschreib. der Canarischen Inseln S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geistreiche Charles Darwin zu wollen scheint (Geological Observations on the Volcanic Islands 1844 p. 127), Central-Vulkane im Allgemeinen als Reihen-Vulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Livarischen Inseln, die er so trefflich beschrieben und in der zwei Eruptionsspalten sich bei Panaria kreuzen, ein Zwischenglied zwischen den zwei Haupt-Erscheinungsweisen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihen-Vulkanen, zu finden (Poggend Ann. der Physik Bd. XXVI. S. 81—88).

†) Humboldt, Geognost. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito, in Poggend. Annalen Bd. XXXXVI. S. 194.

‡) Seneca, indem er sehr treffend von der problematischen Erniedrigung des Aetna spricht, sagt in dem 79sten Briefe: „Potest hoc accidere, non quia montis altitudo desedit, sed quia ignis evanuit et minus vehemens ac largus effertur: ob eandem causam, fumo quoque per diem segniore. Neutrum autem incredibile est, nec montem qui devoretur quotidie minui, nec ignem non manere eundem; quia non ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle conceptus exaestuat et alibi pascitur: in ipso monte non alimentum habet sed viam." (Ed. Ruhkopfiana T. III. p. 32.) Die unterirdische Verbindung „durch Hohlgänge" zwischen den Vulkanen von Sicilien, den Liparen, den Pithecusen (Ischia) und dem Besuv, von dem man vermuthen darf, er habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt," ist von Strabo vollkommen erkannt worden (lib. I. p. 247 und 248). Er nennt die ganze Gegend „unterfeurig."

‖) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. II. p. 173—175.

59′ und 19° 12′ nördl. Breite liegen, eine Querspalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo ist den 29. September 1759 genau in dieser Richtung, auf derselben Querspalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgestiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Ischia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichsten Sinne des Worts ein neuer Berg ist, so darf man ihn doch nicht mit der Erscheinung des Monte Nuovo (19. Sept. 1538) bei Puzzuolo verwechseln, welcher den Erhebungskratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich schon ehemals den Ausbruch des neu entstandenen mexicanischen Vulkans mit der vulkanischen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözenischen Halbinsel verglichen zu haben. Diese, von Strabo und Pausanias beschriebene Hebung hat einen der phantasiereichsten römischen Dichter veranlaßt, Ansichten zu entwickeln, welche mit denen der neueren Geognosie auf eine merkwürdige Art übereinstimmen. „Einen Tumulus sieht man bei Trözene, schroff und baumlos; einst eine Ebene, jetzt einen Berg. Die in finstern Höhlen eingeschlossenen Dämpfe suchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da schwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der sich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor; er schwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung ist dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat sich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmasse erhärtet." So malerisch und, wie analoge Erscheinungen uns zu glauben berichtigen, zugleich auch so wahr schildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die sich zwischen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also 45 Jahre vor der vulkanischen Trennung von Thera (Santorin) und Therasia, ereignete*).

Unter den Eruptions-Inseln, welche den Reihenvulkanen zugehören, ist Santorin die wichtigste. „Sie vereinigt in sich die ganze Geschichte der Erhebungs-Inseln. Seit vollen 2000 Jahren, so weit Geschichte und Tradition reicht, haben die Versuche†) der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungskraters einen Vulkan zu bilden." Aehnliche

---

*) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pitheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus: nam—res horrenda relatu—
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberare frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Colle habet speciem, longoque induruit aevo.

Diese prognostisch so wichtige Schilderung einer glockenförmigen Hebung auf dem Continent stimmt merkwürdig mit dem überein, was Aristoteles (Meteor. II. 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptionsinsel berichtet. „Das Erbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἄνεμος), welcher die Erschütterung verursacht, in der Erdrinde ausgebrochen ist. So ist es vor kurzem zu Heraclea im Pontus geschehen und vormals in Hiera, einer der äolischen Inseln. In dieser nämlich ist ein Theil der Erde aufgeschwollen und hat sich mit Getöse zu einem Hügel erhoben, so lange bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand und Feuer und Asche ausstieß, welche die nahe Stadt der Lipariter bedeckte und selbst bis zu einigen Städten Italiens gelangte." In dieser Beschreibung ist das blasenförmige Auftreiben der Erdrinde (ein Stadium, in welchem viele Trachytberge dauernd verbleiben) von dem Ausbruche selbst sehr wohl unterschieden. Auch Strabo (lib. I. p. 59 Casaub.) beschreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermionischen Busen geschah ein flammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben, sieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend (?), und so erhitzend, daß das Meer siedete fünf Stadien weit, und trübe war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene Felsenstücke verschüttet wurde." Ueber die jetzige mineralogische Beschaffenheit der Halbinsel Methana s. Fiedler, Reise durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

†) Leop. von Buch, Physik. Beschr. der Canar. Inseln S. 356—358, und besonders die französische Uebersetzung dieses trefflichen Werkes, S. 402; auch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine submarine Insel war wieder in der neuesten Zeit im Erscheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war diese Insel noch 15 Brassen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Brassen. Sie erhebt sich steil, wie ein großer Zapfen, aus dem Meeresgrund, und die fortdauernde unterirdische Thätigkeit des unterseeischen Kraters offenbart sich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Wromolimni, hier in der östlichen Bucht von Neo Kammeni schwefelsaure Dämpfe sich dem Meerwasser beimischen. Mit Kupfer beschlagene Schiffe legen sich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkanischem) Wege der Kupferbeschlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Virlet im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109, und Fiedler, Reise durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

insulare Hebungen, und dazu noch fast in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren*) offenbaren sich bei der Insel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch ist der Meeresgrund hier nicht ganz an denselben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Insel Sabrina ist leider zu einer Zeit erschienen (30. Januar 1811), wo der politische Zustand der seefahrenden Völker im Westen von Europa wissenschaftlichen Instituten nicht erlaubt hat, diesem großen Ereigniß die Aufmerksamkeit zu schenken, welche später, in dem Meere von Sicilien (2. Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinsel Ferdinandea, zwischen der Kalkstein-Küste von Sciacca und der rein vulkanischen Pantellaria, zu Theil wurde†).

Die geographische Vertheilung der Vulkane, welche in historischen Zeiten thätig geblieben sind, hat bei der großen Zahl von Insel- und Küsten-Vulkanen, wie bei den noch immer sich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt, als stehe die vulkanische Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne sie ohne dieselbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte schon," sagt Justinus‡), oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachschreibt, „brennen der Aetna und die äolischen Inseln; und wie wäre diese lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?" Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man selbst in den neueren Zeiten die Hypothese des Eindringens des Meerwassers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdschichten, aufgestellt. Wenn ich alles zusammenfasse, was ich der eignen Anschauung oder fleißig gesammelten Thatsachen entnehmen kann, so scheint mir in dieser verwickelten Untersuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unläugbar große Masse von Wasserdämpfen, welche die Vulkane, selbst im Zustande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geschwängerten Meerwasser oder nicht vielmehr den sogenannten süßen Meteorwassern ihren Ursprung verdanken; ob bei verschiedener Tiefe des vulkanischen Heerdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß, wo die Expansivkraft des Wasserdampfes an 2800 Atmosphären beträgt) die Expansivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydrostatischen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Heerde unter ge-

*) Erscheinungen der neuen Insel bei der azorischen Insel San Miguel: 11. Jun. 1638, 31. Dec. 1719, 13. Jun. 1811.

†) Prévost im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; Friedrich Hoffmann, Hinterlassene Werke Bd. II. S. 451—456.

‡) „Accedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolidum, veluti ipsis undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur." (Justin. Hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkanische Theorie, mit welcher hier die physische Beschreibung von Sicilien anhebt, ist sehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Harz; ein sehr dünner, höhlenreicher, leicht zerspaltener Boden; starke Bewegung der Meereswogen, welche, indem sie zusammenschlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuschüren: sind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Physiognomiker auch die Gesichtszüge des Menschen deutete, so darf man vermuthen, daß er in seinen vielen für uns verlorenen Schriften nicht bloß als Historiker auftrat. Die Ansicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgedrängt wird, um dort auf die vulkanische Esse zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verschiedenen Windesrichtung auf die Intensität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lodert, zusammen (s. die merkwürdige Stelle des Strabo lib. 6 p. 275 und 276). Die Berginsel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde," da die Schiffenden nach der Heftigkeit der vulkanischen Ausbrüche von Stromboli das Wetter vorherverkündigten. Ein solcher Zusammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerstande und der Windrichtung (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jetzt allgemein anerkannt, so wenig auch, nach unserer jetzigen Kenntniß der vulkanischen Erscheinungen, und den geringen Veränderungen des Luft-Druckes, die unsere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Bembo, als Jüngling in Sicilien von geflüchteten Griechen erzogen, erzählt anmuthig seine Wanderungen und stellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Besteigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde oriantur et orta quomodo perdurent? In omni tellure nuspiam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit; ex quo fit, ut loca quaeque maritima maxime terrae motibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentes inciderint, unde incendia oriantur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admiserit aestuantes, per quos idonea flammae materies incenderetur.

wissen Bedingungen*) gestatten könne; ob die vielen metallischen Chlorüren, ja die Entstehung des Kochsalzes in den Kraterspalten, ob die oftmalige Beimischung von Hydrochlorsäure in den Wasserdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwassers schließen lassen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verstopfung der Canäle abhange, welche vorher die Meer- oder Meteorwasser zuführten, oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchten Hydrogen (das geschwefelte Wasserstoffgas ist mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Massen zersetzten Wassers in offenbarem Widerspruch stehe?

Die Erörterung so wichtiger physikalischer Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erscheinungen, bei dem Thatsächlichen in der geographischen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Dieser lehrt, daß in der neuen Welt drei derselben, der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographische Meilen von der Meeresküste entfernt sind; ja daß in Central-Asien, worauf Abel-Rémusat†) die Geognosten zuerst aufmerksam gemacht hat, eine große vulkanische Gebirgskette, der Thianschan (Himmelsgebirge), mit dem lavaspeienden Pe-schan, der Solfatare von Urumtsi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tscheu) von Turfan, fast in gleicher Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eismeeres und dem des indischen Oceans liege. Der Abstand des Pe-schan vom caspischen Meere ist auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Issikul und Balkasch ist er 43 und 52 Meilen‡). Merkwürdig scheint dabei, daß sich von den vier großen parallelen Gebirgsketten, dem Altai, dem Thian-schan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den asiatischen Continent von Osten nach Westen durchstreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), sondern die zwei inneren (der Thian-schan und Kuen-lün), in 400 und 180 Meilen Entfernung vom Meere, feuerspeiend, wie der Aetna und Vesuv, Ammoniak erzeugend, wie die Vulkane von Guatimala, gezeigt haben. Die chinesischen Schriftsteller beschreiben auf das unverkennbarste in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-schan, die im ersten und siebenten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Li lange Lavaströme. „Brennende Steinmassen," sagen sie, „flossen dünn wie geschmolzenes Fett." Die hier zusammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatsachen machen es wahrscheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwasser in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdischen Feuers sei; und daß das Littoral dieses Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbeckens bildet, welches, von Wasserschichten bedeckt, einen geringeren Widerstand leistet und viele tausend Fuß tiefer liegt, als das innere und höhere Festland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreise communicirenden Vulkane haben sich zu einer so späten Epoche eröffnet, daß damals die obersten Kreideschichten und alle Tertiärgebilde schon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Basalte, welche oft die Wände der Erhebungskrater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärschichten, fangen aber schon an, sich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem sie den bunten Sandstein durchbrechen‖). Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen sind die früheren Ergießun-

*) Vergl. Gay-Lussac, sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Bischof, Wärmelehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkanischen Heerdes durch die spannenden Wassersäulen, wenn endlich die Expansivkraft der Dämpfe den hydrostatischen Druck überwindet, lassen uns die Ausbrüche von Rauch und Wasserdämpfen schließen, die man zu verschiedenen Zeiten um Lancerote, Island und die kurilischen Inseln während der Eruption benachbarter Vulkane gesehen hat.

†) Abel-Rémusat, Lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Dasein thätiger Vulkane in Kordofan, in 135 Meilen Entfernung vom rothen Meere, ist von Rüppell (Reisen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

‖) Dufrénoy et Elie de Beaumont, Explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

gen von Granit, Quarz-Porphyr und Euphotide auf öffnen, ſich bald wieder ſchließenden Spalten (Gängen) im alten Uebergangsgebirge nicht zu verwechſeln.

Das Erlöſchen der vulkaniſchen Thätigkeit iſt entweder ein nur partielles, ſo daß in derſelben Gebirgskette das unterirdiſche Feuer einen anderen Ausweg ſucht; oder ein totales, wie in der Auvergne; ſpätere Beiſpiele liefern, in ganz hiſtoriſcher Zeit, der Vulkan Moſychlos*) auf der dem Hephäſtos geweihten Inſel, deſſen „emporwirbelnde Flammengluth“ noch Sophokles kannte, und der Vulkan von Medina, welcher nach Burkhardt noch am 2. Nov. 1276 einen Lavaſtrom ausſtieß. Jedes Stadium der vulkaniſchen Thätigkeit, von ihrer erſten Regung bis zu ihrem Erlöſchen, iſt durch eigene Producte charakteriſirt: zuerſt durch feurige Schlacken, durch Trachyt-, Pyroxen- und Obſidian-Laven in Strömen, durch Rapilli und Tuffaſche unter Entwickelung vieler, meiſt reiner Waſſerdämpfe; ſpäter, als Solfatare, durch Waſſerdämpfe gemiſcht mit Schwefelwaſſerſtoffgas und mit Kohlenſäure; endlich bei völligem Erkalten durch kohlenſaure Exhalationen allein. Ob die wunderbare Claſſe von Feuerbergen, die keine Lava, ſondern nur furchtbar verheerende heiße Waſſerſtröme†), angeſchwängert mit brennendem Schwefel und zu Pulver zerfallenem Geſtein, ausſtoßen (z. B. der Gelunggung auf Java), einen Normalzuſtand oder nur eine gewiſſe vorübergehende Modification des vulkaniſchen Proceſſes offenbaren; bleibt ſo lange unentſchieden, als ſie nicht von Geognoſten beſucht werden, welche zugleich mit den Kenntniſſen der neueren Chemie ausgerüſtet ſind.

Dies iſt die allgemeinſte Schilderung der Vulkane, eines ſo wichtigen Theils des Erdenlebens, welche ich hier zu entwerfen verſucht habe. Sie gründet ſich theilweiſe auf meine eigenen Beobachtungen, in der Allgemeinheit ihrer Umriſſe aber auf die Arbeiten meines vieljährigen Freundes, Leopolds von Buch, des größten Geognoſten unſeres Zeitalters, welcher zuerſt den inneren Zuſammenhang der vulkaniſchen Erſcheinungen und ihre gegenſeitige Abhängigkeit von einander nach ihren Wirkungen und räumlichen Verhältniſſen erkannt hat.

Die Vulkanicität, d. h. die Reaction des Inneren eines Planeten auf ſeine äußere Rinde und Oberfläche, iſt lange Zeit nur als ein iſolirtes Phänomen, in der zerſtörenden Wirkung ihrer finſtern unterirdiſchen Gewalten betrachtet worden; erſt in der neueſten Zeit hat man angefangen, zum größten Vortheil einer auf phyſikaliſche Analogien gegründeten Geognoſie, die vulkaniſchen Kräfte als neue Gebirgsarten bildend oder als ältere Gebirgsarten umwandelnd zu betrachten. Hier iſt der ſchon früher angedeutete Punkt, wo eine tiefer ergründete Lehre von der Thätigkeit brennender oder Dämpfe ausſtrömender Vulkane uns in dem allgemeinen Naturgemälde auf Doppelwegen, einmal zu dem mineralogiſchen Theile der Geognoſie (Lehre vom Gewebe und von der Folge der Erdſchichten), dann zu der Geſtaltung der über dem Meeresſpiegel gehobenen Continente und Inſelgruppen (Lehre von der geographiſchen Form und den Umriſſen der Erdtheile) leitet. Die erweiterte Einſicht in ſolche Verkettung von Erſcheinungen iſt eine Folge der philoſophiſchen Richtung, welche die ernſten Studien der Geognoſie ſo allgemein genommen haben. Größere Ausbildung der Wiſſen-

*) Sophocl. Philoct. v. 971 und 972. Ueber die muthmaßliche Epoche des Verlöſchens des Lemniſchen Feuers zur Zeit Alexanders vergl. Buttmann im Muſeum der Alterthumswiſſenſchaft Bd. I. 1807 S. 295; Dureau de la Malle in Maltebrun, Annales des Voyages T. IX. 1809 p. 5; Ukert in Bertuch, Geogr. Ephemeriden Bd. XXXIX. 1812 S. 361; Rhode, Res Lemniacae 1829 p. 8 und Walter über Abnahme der vulkan. Thätigkeit in hiſtoriſchen Zeiten 1844 S. 24. Die von Choiſeul veranſtaltete hydrographiſche Aufnahme von Lemnos macht es ſehr wahrſcheinlich, daß die ausgebrannte Grundfeſte des Moſychlos ſammt der Inſel Chryſe, Philokter's wüſtem Aufenthalt (Otfried Müller, Minyer S. 300) längſt vom Meere verſchlungen ſind. Felſenriffe und Klippen in Nordoſten von Lemnos bezeichnen noch die Stelle, wo das ägäiſche Meer einſt einen dauernd thätigen Vulkan beſaß, gleich dem Aetna, dem Veſuv, dem Stromboli und dem Volcano der Liparen.

†) Vergl. Reinwardt und Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XII. S. 607; Leop. von Buch, Descr. des Iles Canaries p. 424, 426. Die letztigen Schlammausbrüche des Carguairazo, als der Vulkan 1698 zuſammenſtürzte, die Lodazales von Iguaſota und die Moya von Pelileo ſind ähnliche vulkaniſche Erſcheinungen im Hochlande von Quito.

schaften leitet, wie die politische Ausbildung des Menschengeschlechts, zur Einigung dessen, was lange getrennt blieb.

Wenn wir die Gebirgsarten nicht nach Unterschieden der Gestaltung und Reihung in geschichtete und ungeschichtete, schiefrige und massige, normale und abnorme eintheilen, sondern den Erscheinungen der Bildung und Umwandlung nachspüren, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen, so finden wir einen vierfachen Entstehungs-Proceß der Gebirgsarten: 1) Eruptions-Gestein aus dem Innern der Erde, vulkanisch geschmolzen, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zustande plutonisch ausgebrochen; 2) Sediment-Gestein, aus einer Flüssigkeit, in der die kleinsten Theile aufgelöst waren oder schwebten, an der Oberfläche der Erdrinde niedergeschlagen und abgesetzt (der größere Theil der Flöz- und Tertiärgruppe); 3) umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, verändert in seinem inneren Gewebe und seiner Schichtenlage entweder durch Contact und Nähe eines plutonischen oder vulkanischen (endogenen*) Ausbruchs-Gesteins, oder, was wohl häufiger der Fall ist, verändert durch dampfartige Sublimation von Stoffen†), welche das heiß-flüssige Hervortreten gewisser Eruptions-Massen begleitet; 4) Conglomerate, grob- oder feinkörnige Sandsteine, Trümmergesteine, aus mechanisch zertheilten Massen der drei vorigen Gattungen zusammengesetzt.

Die vierfachen Gestein-Bildungen, welche noch gegenwärtig fortschreiten, durch Erguß vulkanischer Massen als schmale Lavaströme, durch Einwirkung dieser Massen auf früher erhärtete Gesteine, durch mechanische Abscheidung oder chemische Niederschläge aus den mit Kohlensäure geschwängerten tropfbaren Flüssigkeiten, sowie durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; sind Erscheinungen und Bildungsprocesse, die gleichsam nur als ein schwacher Abglanz von dem zu betrachten sein möchten, was bei intensiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt, unter ganz andern Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgedehnteren Luftkreises, geschehen ist. Wenn jetzt, wo in der festeren Erdrinde vormals offene, mächtige Spalten durch gehobene, gleichsam herausgeschobene Gebirgsketten oder durch gangartig sich eindrängende Eruptionsgesteine (Granit, Porphyr, Basalt, Melaphyr) mannigfach erfüllt und verstopft sind, auf Flächenräumen so groß als Europa kaum vier Oeffnungen (Vulkane) übrig geblieben sind, durch welche Feuer- und Gestein-Ausbrüche geschehen; so waren vormals in der vielgespaltenen, dünneren, auf- und abwärts wogenden Erdrinde fast überall Communicationswege zwischen dem geschmolznen Inneren und der Atmosphäre vorhanden. Gasartige Ausströmungen, aus sehr ungleichen Tiefen emporsteigend und deshalb chemisch verschiedene

*) In einem Profil der Umgegend von Tezcuco, Totmilco und Meran (Atlas géographique et physique Pl. VII), das ich ursprünglich (1803) zu einer nicht erschienenen Pasigrafia geognostica destinada al uso de los Jovenes del Colegio de Mineria de Mexico bestimmte, habe ich 1832 das plutonische und vulkanische Eruptionsgestein endogen (ein im Inneren erzeugtes), das Sediment- und Flözgestein exogen (ein von außen an der Oberfläche der Erde erzeugtes) genannt. Pasigraphisch wurde das erstere durch einen aufwärts ↗, das zweite durch einen abwärts ↙ gerichteten Pfeil bezeichnet. Diese Bezeichnung gewährt wenigstens den Vortheil, daß die Profile, welche meist horizontal über einander gelagerte Sediment-Formationen darstellen, nicht, wie jetzt nur zu oft geschieht, wenn man Ausbrüche und Durchdringung von Basalt-, Porphyr- oder Syenit-Massen andeuten will, durch von unten aufstrebende, sehr willkührlich geformte Zapfen unmalerisch verunstaltet werden. Die Benennungen, welche ich in dem pasigraphisch-geognostischen Profile vorgeschlagen, waren den Decandollischen (endogen für monocotylische, exogen für dicotylische Pflanzen) nachgebildet; aber Mohl's genauere Pflanzenzergliedrung hat erwiesen, daß das Wachsen der Monocotylen von innen und der Dicotylen von außen für den vegetabilischen Organismus im strengen und allgemeinen Sinne des Worts nicht Statt finde (Link, Elementa philosophiae botanicae T. I. 1837 p. 287; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 89, und Jussieu, Traité de Botanique T. I. p. 85). Was ich endogen nenne, bezeichnet Lyell in seinen Principles of Geology 1833 Vol. III. p. 374 charakteristisch durch den Ausdruck „metherformed" oder „hypogene rocks."

†) Vergl. Leop. von Buch über Dolomit als Gebirgsart 1823 S. 36, und denselben über den Grad der Flüssigkeit, welchen man plutonischen Felsarten bei ihrem Heraustreten zuschreiben soll, wie über Entstehung des Gneuß aus Schiefern durch Einwirkung des Granits und der mit seiner Erhebung verbundenen Stoffe, sowohl in den Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1842 S. 58 und 63, als in den Jahrb. für wissenschaftliche Kritik 1840 S. 194.

Stoffe führend, belebten die plutonischen Bildungs- und Umwandlungs-Processe. Auch die Sediment-Formationen, Niederschläge aus tropfbaren Flüssigkeiten, die wir als Travertino-Schichten bei Rom wie bei Hobart-Town in Australien aus kalten und warmen Quell- und Flußwassern sich täglich bilden sehen, geben nur ein schwaches Bild von dem Entstehen der Flöz-Formationen. Unsre Meere, durch Processe, die noch nicht allgemein und genau genug untersucht worden sind, bauen allmälig durch Niederschlag, durch Anschwemmung und Verkittung (sicilische Küsten, Insel Ascension, König Georgs-Sund in Australien) kleine Kalksteinbänke auf, deren Härte freilich an einzelnen Punkten fast der des Marmors von Carrara gleichkommt*). An den Küsten der antillischen Inseln enthalten diese Bildungen des jetzigen Oceans Töpfe, Werkzeuge des menschlichen Kunstfleißes, ja (auf Guadeloupe) selbst menschliche Skelette vom Caraiben-Stamme. Die Neger der französischen Colonien bezeichnen diese Formation mit dem Ausdruck Gottesmauerwerk: maçonne-bon-Dieu†). Eine kleine Oolithen-(Rogenstein-)Schicht, welche trotz ihrer Neuheit an Jurakalkstein erinnert, ist auf der canarischen Insel Lancerote für ein Erzeugniß des Meeres und der Seestürme erkannt worden ‡).

Die zusammengesetzten Gebirgsarten sind bestimmte Associationen gewisser oryktognostisch einfacher Fossilien (Feldspathe, Glimmer, feste Kieselsäure, Augit, Nephelin). Sehr ähnliche, aus denselben Elementen bestehende, aber anders gruppirte Gebirgsarten werden durch vulkanische Processe unter unseren Augen wie in der Vorzeit erzeugt. Die Unabhängigkeit der Gebirgsarten von räumlichen, geographischen Verhältnissen ist so groß, daß, wie wir schon oben ‖) bemerkt, nördlich und südlich vom Aequator, in den fernesten Zonen, der Geognost über ihr ganz heimisches Ansehen, über die Wiederholung der kleinsten Eigenheiten in der periodischen Reihenfolge silurischer Schichten, in der Wirkung des Contaktes mit augitischen Eruptionsmassen erstaunt.

Treten wir nun der Ansicht von vier Entstehungsformen der Gebirgsarten (vier Phasen der Bildungs-Zustände) näher, in welchen sich uns die geschichteten und ungeschichteten Theile der Erdrinde zeigen, so nennen wir in dem endogenen oder Eruptionsgestein, dem sogenannten massigen und abnormen der neueren Geognosten, als unmittelbare Erzeugnisse unterirdischer Thätigkeit folgende Hauptgruppen:

Granit und Syenit von sehr verschiedenem relativen Alter, doch häufig der Granit neueren Ursprunges, den Syenit ¶) gangartig durchsetzend, dann also die treibende, hebende Kraft. „Wo der Granit inselförmig als große Masse, als sanft gewölbtes Ellipsoid auftritt, sei es am Harz, oder in Mysore, oder im unteren Peru, da ist er mit in Blöcke zersprengten Schalen bedeckt. Ein solches Felsen-Meer verdankt wahrscheinlich seinen Ursprung einer Zusammenziehung der anfänglich mit großer Ausdehnung aufsteigenden Oberfläche des Granitgewölbes“ **). Auch im nördlichen Asien ††), in der reizenden, romantischen Umgebung des Kolivan-Sees am nordwestlichen Abhange des Altai, wie am Abfall der Küstenkette von Caracas bei las Trincheras ‡‡) habe ich Abtheilung des Granits in Bänken gesehen, die wohl ähnlichen Zusammenziehungen ihren Ursprung verdanken, aber tief in das Innere einzudringen scheinen. Weiter in Süden vom See Kolivan, gegen die Grenze der chinesischen Provinz Ili hin (zwischen Buchtarminsk und dem Flusse Narym), sind die Gestaltungen des ganz ohne Gneiß auftretenden Eruptionsgesteins auffallender, als ich sie in irgend einem Erdtheile gesehen. Der Granit, an der Oberfläche immer schalig und durch tafelförmige Absonde-

*) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 49 und 154.

†) Moreau de Jonnès, Hist. phys. des Antilles T. I. p. 136, 138 und 543; Humboldt, Relation historique T. III. p. 367.

‡) Bei Teguiza; Leop. von Buch, Canarische Inseln S. 301.

‖) Siehe oben S. 9.

¶) Bernhard Cotta, Geognosie 1839 S. 273.

**) Leop. von Buch über Granit und Gneuß in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1842 S. 60.

††) In dem mauerartig aufsteigenden und in parallele schmale Bänke getheilten Granit des Kolivaner Sees sind Feldspath und Albit vorherrschend, Titanit-Krystalle selten; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 293; Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 524.

‡‡) Humboldt, Relation historique T. II. p. 99.

rung charakterisirt, steigt in der Steppe bald in kleinen, kaum 6 bis 8 Fuß hohen, halbkugelförmigen Hügeln, bald in basaltähnlichen Kuppen auf, die am Fuße zu zwei entgegengesetzten Seiten wie in schmale mauerförmige Ergießungen ausgehen*). In den Cataracten des Orinoco, wie am Fichtelgebirge (Seißen), in Galicien und zwischen der Südsee und der Hochebene von Mexiko (an dem Papagallo) habe ich den Granit in großen abgeplatteten Kugeln gesehen, die wie Basalt sich in concentrisch abgesonderte Stücke spalten. Im Irtysch-Thale zwischen Buchtarminsk und Ustkamenogorsk bedeckt der Granit eine Meile lang den Uebergangs-Thonschiefer†), und dringt in denselben von oben in schmalen, vielgetheilten, sich auskeilenden Gängen ein. Ich habe diese Einzelheiten beispielsweise nur deshalb angeführt, um an einer weit verbreiteten Gebirgsart den individuellen Charakter der Eruptionsgesteine zu bezeichnen. So wie der Granit in Sibirien und im Departement de Finisterre (Ile de Mihau) den Schiefer, so bedeckt er in den Bergen von Oisons (Fermonts) den Jurakalkstein, in Sachsen bei Weinböhla den Syenit und mittelst dieses Gesteins die Kreide‡). Im Jural bei Mursinsk ist der Granit drusig, und diese Drusen sind, wie bei Spalten und Drusen neuer vulkanischer Erzeugnisse, der plutonische Sitz vieler prachtvollen Krystalle, besonders von Beryllen und Topasen.

Quarz-Porphyre, den Lagerungsverhältnissen nach oft gangförmiger Natur. Die sogenannte Grundmasse ist meist ein feinkörniges Gemenge derselben Elemente, welche als größere eingewachsene Krystalle auftreten. Im granitartigen Porphyr, der sehr arm an Quarz ist, wird die feldspathartige Grundmasse fast körnig blättrig‖).

Grünsteine, Diorite, körnige Gemenge von weißem Albit und schwärzlichgrüner Hornblende, zu Dioritporphyren gestaltet, wenn eine Grundmasse von dichterem Gewebe vorhanden ist, in der die Krystalle ausgeschieden liegen. Diese Grünsteine, bald rein, bald durch Diallage-Blätter, die sie einschließen (Fichtelgebirge), in Serpentin übergehend, sind bisweilen lagerartig auf den alten Schichtungsklüften des grünen Thonschiefers in diesen eingedrungen; öfters aber durchsetzen sie gangartig das Gestein, oder erscheinen als Grünstein-Kugeln, ganz den Basalt- und Porphyr-Kugeln analog¶).

Hypersthenfels, ein körniges Gemenge von Labrador und Hypersthen.

Euphotid und Serpentin, statt des Diallags bisweilen Augit- und Uralit-Krystalle enthaltend und so einem anderen häufigeren, und ich möchte sagen noch thätigeren Eruptionsgestein, dem Augitporphyr, nahe verwandt**).

Melaphyr, Augit-, Uralit- und Oligoklas-Porphyre. Zu letzteren gehört der als Kunstmaterial so berühmte ächte Verde antico.

Basalt mit Olivin und in Säuren gelatinirenden Bestandtheilen, Phonolith (Porphyrschiefer), Trachyt und Dolerit; das zweite dieser Gesteine immer, das erste nur theilweise in dünne Tafeln gespalten, was beiden auf großen Strecken das Ansehen der Schichtung giebt. In der Zusammensetzung und dem innigen Gewebe des Basalts bilden, nach Girard, Mesotyp und Nephelin einen wichtigen Theil. Der Nephelin-Gehalt des Basaltes mahnt den Geognosten an den, mit Granit verwechselten, bisweilen

---

*) S. die Abbildung des Biri-tau, den ich von der Südseite gezeichnet, wo Kirghisen-Zelte standen, in Rose Bd. I. S. 384. — Ueber Granitkugeln mit schalig abgesonderten Stücken s. Humboldt, Rel. hist. T. II. p. 597 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 78.

†) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 299—311, und die Zeichnungen in Rose's Reise Bd. I. S. 611, in welchen man die von Leopold von Buch als charakteristisch bezeichnete Krümmung der Granitschalen wiederfindet.

‡) Diese merkwürdige Auflagerung wurde zuerst beschrieben von Weiß in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen Bd. XVI. 1827 S. 5.

‖) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Géologie de la France T. I. p. 130.

¶) Eine wichtige Rolle spielen diese eingelagerten Diorite bei Steben in dem Nailaer Bergrevier, in einer Gegend, an welche, so lange ich dort im vorigen Jahrhundert mit der Vorrichtung des Grubenbaues beschäftigt war, die frohesten Erinnerungen meines Jugendalters geknüpft sind. Vergl. Friedr. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 558.

**) Im südlichen und Baschkiren-Ural; Rose, Reise Bd. II. S. 171.

zirkonhaltigen Miascit des Ilmengebirges im Ural*), wie an den von Gumprecht aufgefundenen Pyroxen-Nephelin bei Löbau und Chemnitz.

Zu der zweiten Classe der Entstehungsformen, dem Sedimentgestein, gehört der größere Theil der Formationen, welche man unter den alten, systematischen, aber nicht gar correcten Benennungen von Uebergangs-, Flöz- oder Secundär- und Tertiär-Formationen begreift. Wenn das Eruptionsgestein nicht seinen hebenden, und bei gleichzeitigem Erbeben der Erde seinen erschütternden Einfluß auf diese Sedimentbildungen ausgeübt hätte, so würde die Oberfläche unsres Planeten aus gleichförmig horizontal über einander gelagerten Schichten bestehn. Von allen Gebirgszügen entblößt, an deren Abhang im Pflanzenwuchse und in den Abstufungen der Arten sich die Scale verminderter Luftwärme malerisch abspiegelt, nur hier und da durch Erosionsthäler gefurcht, oder durch kleine Anhäufungen von Schuttland, als Wirkung der schwach bewegten süßen Wasser, zu sanften Wellen geunebnet; würden die Continente von Pol zu Pol, unter allen Himmelsstrichen, das traurig einförmige Bild der südamerikanischen Llanos oder der nordasiatischen Steppen darbieten. Wie in dem größeren Theile von diesen, würden wir das Himmelsgewölbe auf der Ebene ruhen, und die Gestirne aufsteigen sehen, als erhöben sie sich aus dem Schooße des Meeres. Ein solcher Zustand der Dinge kann aber auch in der Vorwelt wohl nie von beträchtlicher Dauer und von räumlicher Allgemeinheit gewesen sein, da die unterirdischen Mächte ihn in allen Naturepochen zu verändern strebten.

Sedimentschichten sind niedergeschlagen oder abgesetzt aus tropfbaren Flüssigkeiten, je nachdem die Stoffe vor der Bildung, sei es des Kalksteins, sei es des Thonschiefers, entweder als chemisch aufgelöst oder als schwebend und beigemengt gedacht werden. Auch wenn Erdarten aus kohlengesäuerten Flüssigkeiten sich niederschlagen, ist doch, während der Präcipitation, ihr Niedersinken und ihre Anhäufung in Schichten als ein mechanischer Hergang der Bildung zu betrachten. Diese Ansicht ist von einiger Wichtigkeit bei der Umhüllung organischer Körper in versteinerungsführenden Kalkflözen. Die ältesten Sedimente der Transitions- und Secundär-Formationen haben sich wahrscheinlich aus mehr oder minder heißen Wassern gebildet, zu einer Zeit, wo die Wärme der oberen Erdrinde noch sehr beträchtlich war. In dieser Hinsicht hat gewissermaßen auch bei den Sedimentschichten, besonders bei den ältesten, eine plutonische Einwirkung statt gefunden; aber diese Schichten scheinen schlammartig in schiefriger Structur und unter großem Drucke erhärtet, nicht, wie das dem Inneren entstiegene Gestein (Granit, Porphyr oder Basalt), durch Abkühlung erstarrt zu sein. Als die allmälig minder heißen Urwasser aus der mit Dämpfen und kohlensaurem Gas überschwängerten Atmosphäre das letztere Gas in reichlichem Maaße sich aneignen konnten, wurde die Flüssigkeit geeignet eine größere Masse von Kalkerde aufgelöst zu enthalten.

Die Sedimentschichten, von denen wir hier alle anderen exogenen, rein mechanischen Niederschläge von Sand- oder Trümmergestein trennen, sind:

Schiefer des unteren und oberen Uebergangsgebirges, aus den silurischen und devonischen Formationen zusammengesetzt: von den unteren silurischen Schichten an, die man einst cambrisch nannte, bis zu der obersten, an den Bergkalk grenzenden Schicht des alten rothen Sandsteins oder der devonischen Gebilde;

Steinkohlenablagerungen;

Kalksteine, den Uebergangsformationen und dem Kohlengebirge eingeschichtet; Zechstein, Muschelkalk, Juraformation und Kreide, auch der nicht als Sandstein und Agglomerat auftretende Theil der Tertiärgebilde;

Travertino, Süßwasser-Kalkstein, Kieselguhren heißer Quellen, Bildungen, nicht

*) G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 47—52. Ueber Identität des Eläolithe und Nephelins (in letzterem ist der Kalkgehalt etwas größer) s. Scheerer in Poggend. Annalen Bd. XLIX. S. 359—381.

unter dem Druck großer pelagischer Wasserbedeckungen, sondern fast an der Luft in untiefen Sümpfen und Bächen erzeugt;

Infusorienlager, eine geognostische Erscheinung, deren große Bedeutung, den Einfluß der organischen Thätigkeit auf die Bildung der Erdfeste bezeichnend, erst in der ganz neuesten Zeit von meinem geistreichen Freunde und Reisegefährten Ehrenberg entdeckt worden ist.

Wenn wir in dieser kurzen, aber übersichtlichen Betrachtung der mineralischen Bestandtheile der Erdrinde auf das einfache Sedimentgestein nicht unmittelbar die, theilweise ebenfalls sedimentartig aus tropfbaren Flüssigkeiten abgesetzten und im Flöz- und Uebergangsgebirge sowohl dem Schiefer als dem Kalkstein mannigfaltig eingelagerten Agglomerate und Sandstein-Bildungen folgen lassen; so geschieht es nur, weil diese, neben den Trümmern des Eruptions- und Sedimentgesteins, auch Trümmer von Gneiß, Glimmerschiefer und anderen metamorphischen Massen enthalten. Der dunkle Proceß und die Wirkung dieser Umwandelung (Metamorphose) müssen demnach schon die dritte Classe der Entstehungsformen bilden.

Das endogene oder Eruptionsgestein, (Granit, Porphyr und Melaphyr) wirkt, wie mehrmals bemerkt worden ist, nicht bloß dynamisch, erschütternd oder hebend, die Schichten aufrichtend und seitwärts schiebend; sein Hervortreten bewirkt auch Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Stoffe wie in der Natur des inneren Gewebes. Es entstehen neue Gebirgsarten, Gneiß und Glimmerschiefer, und körniger Kalkstein (Marmor von Carrara und Paros). Die alten silurischen oder devonischen Transitionsschiefer, der Belemniten-Kalkstein der Tarantaise, der seetanghaltige graue unscheinbare Macigno (Kreidesandstein) der nördlichen Apenninen sind, nach ihrer Umwandlung, in einem neuen, oft glänzenden Gewande schwer zu erkennen. Der Glaube an die Metamorphose hat sich erst befestigen können, seitdem es geglückt ist, den einzelnen Phasen der Veränderung schrittweise zu folgen, und durch directe chemische Versuche, bei Verschiedenheit des Schmelzgrades, des Druckes und der Zeit des Erkaltens, den Inductionsschlüssen zu Hülfe zu kommen. Wo nach leitenden Ideen *) das Studium chemischer Verbindungen erweitert wird, kann auch aus den engen Räumen unsrer Laboratorien sich ein helles Licht über das weite Feld der Geognosie, über die große unterirdische, Gestein bildende und Gestein umwandelnde Werkstätte der Natur verbreiten. Der philosophische Forscher entgeht der Täuschung scheinbarer Analogien, einer kleinlichen Ansicht der Naturprocesse, wenn er ununterbrochen die Complication der Bedingungen im Auge hat, welche mit ihrer intensiven, ungemessenen Kraft in der Urwelt die gegenseitige Wirkung einzelner uns wohlbekannten Stoffe modificirt konnten. Die unzersetzten Körper haben gewiß zu allen Zeiten denselben Anziehungskräften gehorcht; und da, wo jetzt Widersprüche sich finden, wird (es ist meine innigste Ueberzeugung) die Chemie meist selbst den nicht in gleichem Maaße erfüllten Bedingungen auf die Spur kommen, welche jene Widersprüche erzeugten.

Genaue, große Gebirgsstrecken umfassende Beobachtungen erweisen, daß das Eruptionsgestein nicht als eine wilde, gesetzlos wirkende Macht auftritt. In den entferntesten Weltgegenden sieht man oft Granit, Basalt oder das Dioritgestein bis in die einzelnsten Kraftäußerungen gleichmäßig auf die Schichten des Tonschiefers und des dichten Kalkes, auf die Quarzkörner des Sandsteins ihre umwandelnde Wirkung ausüben. Wie dieselbe endogene Gebirgsart fast überall dieselbe Art der Thätigkeit übt, so zeigen dagegen verschiedene Gebirgsarten, derselben Classe der endogenen oder Eruptionsgebilde zugehörig, einen sehr verschiedenen Charakter. Intensive Wärme hat allerdings in allen diesen Erscheinungen

*) S. die vortrefflichen Arbeiten von Mitscherlich in den Abhandlungen der Berl. Akad. aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41, in Poggendorff's Annalen Bd. I. S. 137—152, Bd. XI. S. 323—332, Bd. XLI. S. 213—216 (Gustav Rose über Bildung des Kalkspaths und Aragonits in Poggend. Ann. XLII. S. 363—366; Haidinger in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1827, p. 148).

gewirkt; aber die Grade der Flüssigkeit (vollkommnerer Verschiebbarkeit der Theile oder zäheren Zusammenhanges) sind im Granit und im Basalt sehr ungleich gewesen: ja in verschiedenen geologischen Epochen (Phasen der Umwandlungen der Erdrinde) sind auch gleichzeitig mit dem Ausbruche von Granit, Basalt, Grünsteinporphyr oder Serpentin andere und andere im Dampf aufgelöste Stoffe aus dem eröffneten Innern aufgestiegen. Es ist hier der Ort, von neuem daran zu erinnern, daß nach den sinnigen Ansichten der neueren Geognosie die Metamorphose des Gesteins sich nicht auf ein bloßes Contact-Phänomen, auf eine Wirkung der Apposition zweier Gebirgsarten beschränkt, sondern daß sie genetisch alles umfaßt, was das Hervortreten einer bestimmten Eruptionsmasse begleitet hat. Da, wo nicht unmittelbare Berührung statt findet, bringt schon die Nähe einer solchen Masse Modificationen der Erhärtung, der Verkieselung, des Körnigwerdens, der Krystallbildung hervor.

Alles Eruptionsgestein dringt zu Gängen verästelt in die Sedimentschichten oder in andere, ebenfalls endogene Massen ein; aber der Unterschied, der sich zwischen plutonischen*) Gebirgsarten (Granit, Porphyr, Serpentin) und den im engeren Sinne vulkanisch genannten (Trachyt, Basalt, Lava) offenbart, ist von besonderer Wichtigkeit. Die Gebirgsarten, welche die dem Erdkörper übrig gebliebene Thätigkeit unsrer jetzigen Vulkane erzeugt, erscheinen in bandartigen Strömen, die da, wo mehrere in Becken zusammenfließen, allerdings ein weit ausgebreitetes Lager bilden können. Basaltausbrüche, wo ihnen tief nachgespürt worden ist, hat man mehrmals in schmale Zapfen endigen sehen. Aus engen Oeffnungen emporgequollen, wie (um nur drei vaterländische Beispiele anzuführen) in der Pflasterkaute bei Markfuhl (2 Meilen von Eisenach), in der blauen Kuppe bei Eschwege (Werra-Ufer), und am Druidenstein auf dem Hollerter Zuge (Siegen), durchbricht der Basalt bunten Sandstein und Grauwackenschiefer, und breitet sich nach oben zu wie der Hut eines Pilzes in Kuppen aus, die bald gruppenweise in Säulen gespalten, bald dünn geschichtet sind. Nicht so Granit, Syenit, Quarzporphyr, Serpentinfels, und die ganze Reihe ungeschichteter massiger Gebirgsarten, welchen man aus Vorliebe zu einer mythologischen Nomenclatur den Namen der plutonischen gegeben hat. Diese sind, einige Gesteingänge abgerechnet, wohl nicht geschmolzen, sondern nur zäh und erweicht hervorgetreten; nicht aus engen Klüften, sondern aus weiten thalartigen Spalten, aus langgedehnten Schlünden ausgebrochen. Sie sind hervorgeschoben, nicht entflossen; sie zeigen sich nicht in Strömen, lavaartig, sondern als mächtige Massen verbreitet †). In dem Dolerit und Trachytgestein deuten einige Gruppen auf einen Grad basaltartiger Fluidität; andere, zu mächtigen Glocken und kraterlosen Domen aufgetrieben, scheinen bei ihrem Hervortreten nur erweicht gewesen zu sein. Noch andere Trachyte, wie die der Andeskette, welche ich oft auffallend den silberreichen, und dann quarzlosen Grünstein- und Syenitporphyren verwandt gefunden habe, sind gelagert wie Granit und Quarzporphyr.

Versuche ‡) über die Veränderungen, welche das Gewebe und die chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten durch Feuer erleiden, haben gelehrt, daß die vulkanischen Massen

*) Lyell, Principles of Geology Vol. III. p. 353 und 359.

†) Die hier gegebene Darstellung der Lagerungsverhältnisse des Granits drückt den allgemeinen oder Hauptcharakter der ganzen Bildung aus. An einzelnen Punkten (s. oben S. 130, und die Beschreibung eines Theils der Narymschen Kette nahe der Grenze des chinesischen Gebiets in Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S 599) zeigt freilich der Granit Gestaltungen, die vermuthen lassen, daß er bei seinem Ausbruch, wie der Trachyt (Dufrénoy et Élie de Beaumont, Description géologique de la France T. I. p. 70), nicht immer denselben Mangel an Flüssigkeit gehabt hat. Da im Texte früher der engen Klüfte Erwähnung geschehen ist, durch welche bisweilen sich die Basalte ergießen, so will ich hier noch an die weiten Spalten erinnern, welche bei den mit den Basalten nicht zu verwechselnden Melaphyren als Zuführungscanäle gedient haben. S. über eine 450 Fuß breite Spalte, durch welche in den Steinkohlengruben bei Cornbrook in Hoar Edge der Melaphyr aufgestiegen ist, die interessante Darstellung von Murchison, The Silurian System p. 126.

‡) Sir James Hall in den Edinb. Transact. Vol. V. p. 43, Vol. VI. p. 71; Gregory Watt in den Philos. Transactions of the Royal Society of London for 1804 P. II. p. 279; Dartigues und Fleurian de Bellevue im Journ. de Phys. T. LX. p. 456; Bischof, Wärmelehre S. 313 und 443.

(Diorit, Augitporphyr, Basalt, und Lava vom Aetna) nach Verschiedenheit des Drucks, unter dem sie geschmolzen werden, oder der Dauer ihrer Abkühlung, entweder, bei schnellem Erkalten, ein schwarzes Glas von gleichartigem Bruche oder, bei langsamer Abkühlung, eine steinichte Masse von körnigem, krystallinischem Gefüge geben. Die Krystalle haben sich dann theils in Höhlungen, theils von der Grundmasse umschlossen gebildet. Dasselbe Material (und diese Betrachtung ist für die Natur des Eruptionsgesteins oder für die Umwandlungen, welche es erregt, von großer Wichtigkeit) liefert die verschiedenartigsten Bildungen. Kohlensaure Kalkerde, unter starkem Drucke geschmolzen, verliert ihren Gehalt an Kohlensäure nicht; die erkaltete Masse wird körniger Kalkstein, salinischer Marmor. So die Krystallisation auf trocknem Wege; auf nassem Wege entsteht sowohl Kalkspath als Aragonit, ersterer bei einem geringeren, letzterer bei einem höheren Wärmegrade*). Nach Temperaturverschiedenheiten ordnen sich anders und anders die fest werdenden Theile in bestimmten Richtungen zur Krystallbildung an einander, ja es verändert sich die Form selbst der Krystalle†). Es giebt dabei, ohne daß ein flüssiger Zustand eintritt, unter gewissen Verhältnissen eine Verschiebbarkeit‡) der kleinsten Theile eines Körpers, die sich durch optische Wirkungen äußert. Die Erscheinungen, welche die Entglasung, die Erzeugung des Cement- und Gußstahls, der Uebergang des fasrigen Gewebes des Eisens in körniges durch erhöhte Temperatur‖), vielleicht selbst durch sehr kleine, aber gleichmäßige und lange fortgesetzte Erschütterungen, darbieten, werfen ebenfalls Licht auf die geologischen Processe der Metamorphose. Wärme kann in krystallisirten Körpern sogar entgegengesetzte Wirkungen gleichzeitig hervorrufen; denn nach Mitscherlich's schönen Versuchen¶) ist es eine Thatsache, daß der Kalkspath, ohne seinen Aggregatzustand zu ändern, sich in Einer Axenrichtung ausdehnt, in einer anderen zusammenzieht.

Wenn wir von diesen allgemeinen Betrachtungen zu einzelnen Beispielen übergehn, so sehen wir zuerst den Schiefer durch die Nähe plutonischer Eruptionsgesteine in blauschwarzglänzenden Dachschiefer umgewandelt. Die Schichtungsklüfte sind dann, was eine spätere Einwirkung andeutet**), durch ein anderes System von Klüften (Nebenabsonderungen), welche die ersteren fast senkrecht schneiden, unterbrochen. Durch Eindringen von Kieselsäure wird der Thonschiefer von Quarztrümmern durchsetzt, in Wetzschiefer und Kieselschiefer (letzteren bisweilen kohlenstoffhaltig und dann galvanisch nervenreizend) theilweise verändert. Der höchste Grad der Verkieselung††) des Schiefers ist aber ein edles Kunstmaterial, der Band-Jaspis, im Uralgebirge durch Berührung und Ausbruch des Augitporphyrs (Orsk), des Dioritporphyrs (Auschkul) oder eines in Kugeln geballten Hypersthengesteins (Bogoslowsk) hervorgebracht; in der Insel Elba (Monte Serrato) nach Friedrich Hoffmann und im Toscanischen nach Alexander Brongniart durch Contact mit Euphotid und Serpentin.

Die Berührung und plutonische Einwirkung des Granits machen (wie wir, Gustav Rose und ich, im Altai innerhalb der Festung Buchtarminsk‡‡) beobachtet haben) den Thonschiefer körnig und lassen ihn in eine granitähnliche Masse (in ein Gemenge von Feldspath

*) Gustav Rose in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XLII. S. 364.

†) Ueber die Dimorphie des Schwefels in Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie § 55—63.

‡) Siehe über Gyps als einaxigen Krystall, schwefelsaure Bittererde, Zink und Nickel-Oxyde Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XI. S. 328.

‖) Coste, Versuche im Creusot über das brüchig werden des Stabeisens, in Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 411.

¶) Mitscherlich über die Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme in Poggend. Ann. Bd. X. S. 151.

**) Ueber doppelte Schichtungsklüfte s. Elie de Beaumont, Géologie de la France p. 41; Credner, Geognosie Thüringens und des Harzes S. 40; Römer, das Rheinische Uebergangs-Gebirge 1844 S. 5 und 9.

††) Mit Zusatz von Thon, Kalkerde und Kali, nicht eine bloße durch Eisenoxyd gefärbte Kieselsäure; Rose, Reise Bd. II. S. 187. Ueber die Jaspis-Entstehung durch Dioritporphyr, Augitgestein und Hypersthenfels s. Rose Bd. II. S. 179, 187 und 192. Vergl. auch Bd. I. S. 427, wo die Porphyrkugeln abgebildet sind, zwischen denen der Jaspis im kalkhaltigen Grauwackengebirge von Bogoslowsk ebenfalls als Folge der plutonischen Einwirkung des Augitgesteins auftritt; Bd. II. S. 545, wie Humboldt, Asie centrale T. I. p. 486.

‡‡) Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 586–588.

und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter*) liegen) übergehen. „Daß zwiſchen dem Eismeere und dem finniſchen Meerbuſen aller Gneiß aus ſiluriſchen Schichten der Tranſitions-Formation durch Einwirkung des Granits entſtanden und umgewandelt worden iſt, kann jetzt, wie Leopold von Buch ſich ausdrückt, als eine allen Geognoſten geläufige und von den meiſten für bewährt angenommene Hypotheſe gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erſt zu Glimmerſchiefer, dann zu Gneiß umgewandelt.“†) Aehnliche Erſcheinungen der Gneiß- und Glimmerſchieferbildung durch Granit bieten ſich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaiſe‡), wo Belemniten ſich in Geſteinen gefunden haben, die ſelbſt ſchon auf den Namen des Glimmerſchiefers Anſpruch machen können; in der Schiefergruppe des weſtlichen Theils der Inſel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge‖) zwiſchen Lomitz und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Maſſen nicht zugängliches Kunſtmaterial¶), der Jaſpis, das Erzeugniß einer vulkaniſchen Einwirkung des Augitporphyrs iſt; kann ein anderes, von ihnen ſo vielfach und glücklich angewandtes Kunſtmaterial, der körnige (ſaliniſche) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgeſteins veränderte Sedimentſchicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomene und die merkwürdigen Schmelzverſuche von Sir James Hall, die nun ſchon über ein halbes Jahrhundert alt ſind und neben der ernſten Erforſchung der Granitgänge am meiſten zur frühen Begründung unſrer jetzigen Geognoſie beigetragen haben, rechtfertigen eine ſolche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgeſtein den dichten Kalk nur in einer gewiſſen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkſtein verwandelt. So zeigt ſich eine partielle Umwandlung (wie ein Halbſchatten) in Irland (Belfaſt), wo Baſaltgänge die Kreide durchſetzen; ſo in dem dichten Flözkalkſtein, den ein ſyenitartiger Granit an der

---

*) Für die vulkaniſche Entſtehung des Glimmers iſt es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkryſtalle ſich finden: im Baſalt des böhmiſchen Mittelgebirges, in der Lava des Veſuvs von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonſchiefer-Bruchſtücken, die am Hohenfels unweit Gerolſtein in der Eifel von ſchlackigem Baſalt umwickelt ſind (ſ. Mitſcherlich in Leonhard, Baſalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entſtehen des Feldſpaths im Thonſchiefer durch Contact des Porphyrs zwiſchen Urval und Poiet (Forez) ſ. Dufrénoy in Géol. de la France T. I. p. 137. Einem ähnlichen Contact ſollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelſteinartigen und zelligen Charakter verdanken, deſſen Anſicht bei einer geognoſtiſchen Fußreiſe mit Profeſſor Kunth in dieſe intereſſante Gegend mich ſehr in Erſtaunen geſetzt hat.

†) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wiſſenſchaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.“ (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognoſie S. 553.) Zu den auffallendſten Beweiſen der Umwandlung des Geſteins durch plutoniſche Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Nuſſenen (Alpenthal von Eginen und Gries-Gletſcher), wie die Belemniten in ſogenanntem uranfänglichen Kalkſtein, welche Hr. v. Charpentier am weſtlichen Abhange des Col de Seigne, zwiſchen der Enclove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Bex im Herbſt 1822 gezeigt hat.

‖) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Tranſitions-Thonſchiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo ſie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gneiß umgewandelt ſind. Man verfolgt dort die allmälige Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldſpathmandeln im Thonſchiefer, der ja ohnedies faſt alle Elemente dieſer Subſtanzen enthält.“

¶) In dem, was uns von den Kunſtwerken des griechiſchen und römiſchen Alterthums übrig geblieben iſt, bemerkt man den Mangel von Jaſpis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaſpis, die jetzt allein das Uralgebirge liefert. Was man als Jaſpis von dem Rhabarberberge (Revennaja Sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu einem geſtreiften prachtvollen Porphyr. Der Name Jaſpis, aus den ſemitiſchen Sprachen übertragen, ſcheint ſich nach den verwirrten Beſchreibungen des Theophraſtus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaſpis unter den undurchſichtigen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaſpachat und ſogenanntem Opaljaſpis zu beziehen, die die Alten Jaſponyx nannten. Daher glaubt Plinius ſchon als ein ſeltenes Beiſpiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaſpis aus eigener Anſicht anführen zu müſſen: „magnitudinem jaspidis undecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatam.“ Nach Theophraſtus iſt der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obelisken geſchnitten werden, nichts anders als ein unreifer Jaſpis.

Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Mazari Pencati berühmt gewordenen Cascade von Canzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten*) berührt. Eine andere Art der Umwandlung ist die, wo alle Schichten des dichten Kalksteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Dioritporphyr in körnigen Kalkstein umgeändert sind†).

Es sei hier erlaubt, noch speciell des parischen und carrarischen Marmors zu erwähnen, welche für die edelsten Werke der Bildhauerkunst so wichtig geworden sind und unsern geognostischen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalksteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren sich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen‡), theils wie im Continent von Griechenland und in den Inselreihen des ägäischen Meeres, gleichsam durch die Zwischenschichten von Gneiß oder Glimmerschiefer hindurch. Beides setzt einen gleichzeitigen, aber verschiedenartigen Proceß der Gesteinumwandlung voraus. In Attika, auf Euböa und im Peloponnes ist bemerkt worden, „daß der Regel nach der dem Glimmerschiefer aufgelagerte Kalkstein um so schöner und krystallinischer ist, als sich der Glimmerschiefer ausgezeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt.“ Diese letzte Gebirgsart, so wie auch Gneißschichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.“ ‖) Wenn nach einer von Origenes erhaltenen Notiz des alten Eleaten Xenophanes von Kolophon¶), der sich die ganze Erdrinde als einst von Meere bedeckt vorstellte, in den Steinbrüchen von Syracus Versteinerungen von Seeproducten und in dem tiefsten der Felsen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fisch“ (einer Sardelle) gefunden wurden, so könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphosirten Flözschicht glauben. Der, schon vor dem Augusteischen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des statuarischen Kunstmaterials, so lange die Brüche von Paros nicht wieder eröffnet werden, ist eine durch plutonische Kräfte umgewandelte Schicht desselben Kreidesandsteins (macigno), welcher in der inselförmig aufsteigenden Alp Apuana zwischen gneißähnlichem Glimmer und Talkschiefer auftritt**). Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde körniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergstraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit††) emporgedrungen ist; darüber darf ich mir, schon wegen des Mangels eigener Ansicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines massigen Eruptionsgesteins auf dichte Kalkschichten bieten aber, nach Leopolds von Buch scharfsinnigen Beobachtungen, den merkwürdigsten Proceß

---

*) Humboldt, Lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, Geogn. Briefe über das südliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

†) Ueber die Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) s. Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans s. Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 379—415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyre (Dolerite; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwischen Tolosa und St. Sebastian s. Dufrénoy in Mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Insel Skye, wo in dem veränderten Kalkstein sogar noch Versteinerungen sichtbar geblieben sind, H. von Dechen, Geognosie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Basalt ist die Zerstörung der kleinsten Theile, bei Entstehung der Krystalle und bei dem Körnigwerden, um so merkwürdiger, als nach Ehrenberg's scharfsinnigen microscopischen Untersuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des aus Auflösungen niedergeschlagenen Aragonits Gustav Rose daselbst Bd. XLII. S. 354.

‡) Lager körnigen Kalksteins im Granit am Port d'Oo und in Mont de Labourd. S. Charpentier, Constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

‖) Leop. von Buch, Descr. des Canaries p. 394; Fiedler, Reise durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 181, 190 und 516.

¶) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Origenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) schon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zusammenhange ist es sehr unwahrscheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (τύπον δάφνης) statt eines Fisch-Abdrucks (τύπον ἀφύης) gemeint habe. Delarue tadelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fisch-Versteinerung ist doch wahrscheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den parischen Marmorbrüchen (des Berges Marpessos, Serv. ad Virg. Aen. VI, 471) wollen herausgespalten haben (Plin. XXXVI, 5).

**) Ueber die geognostischen Verhältnisse der Mondstadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V. p. 222) s. Savi Osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem Nuovo Giornale de Letterati di Pisa No. 63, und Hoffmann in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 258—263, wie auch dessen Geogn. Reise durch Italien S. 244—265.

††) Nach der Annahme eines vortrefflichen und sehr erfahrenen Beobachters, Karls von Leonhard; siehe dessen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognosie S. 310.

und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter*) liegen) übergehen. „Daß zwischen dem Eismeere und dem finnischen Meerbusen aller Gneiß aus silurischen Schichten der Transitions-Formation durch Einwirkung des Granits entstanden und umgewandelt worden ist, kann jetzt, wie Leopold von Buch sich ausdrückt, als eine allen Geognosten geläufige und von den meisten für bewährt angenommene Hypothese gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erst zu Glimmerschiefer, dann zu Gneiß umgewandelt.“†) Aehnliche Erscheinungen der Gneiß- und Glimmerschieferbildung durch Granit bieten sich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaise‡), wo Belemniten sich in Gesteinen gefunden haben, die selbst schon auf den Namen des Glimmerschiefers Anspruch machen können; in der Schiefergruppe des westlichen Theils der Insel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge‖) zwischen Lomitz und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Massen nicht zugängliches Kunstmaterial¶), der Jaspis, das Erzeugniß einer vulkanischen Einwirkung des Augitporphyrs ist; kann ein anderes, von ihnen so vielfach und glücklich angewandtes Kunstmaterial, der körnige (salinische) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgesteins veränderte Sedimentschicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomene und die merkwürdigen Schmelzversuche von Sir James Hall, die nun schon über ein halbes Jahrhundert alt sind und neben der ernsten Erforschung der Granitgänge am meisten zur frühen Begründung unsrer jetzigen Geognosie beigetragen haben, rechtfertigen eine solche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgestein den dichten Kalk nur in einer gewissen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkstein verwandelt. So zeigt sich eine partielle Umwandlung (wie ein Halbschatten) in Irland (Belfast), wo Basaltgänge die Kreide durchsetzen; so in dem dichten Flözkalkstein, den ein syenitartiger Granit an der

---

*) Für die vulkanische Entstehung des Glimmers ist es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkrystalle sich finden: im Basalt des böhmischen Mittelgebirges, in der Lava des Vesuvs von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonschiefer-Bruchstücken, die am Hohenfels unweit Gerolstein in der Eifel von schlackigem Basalt umwickelt sind (s. Mitscherlich in Leonhard, Basalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entstehen des Feldspaths im Thonschiefer durch Contact des Porphyrs zwischen Urval und Poiet (Forez) s. Dufrénoy in Géol. de la France T. I. p. 137. Einem ähnlichen Contact sollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelsteinartigen und zelligen Charakter verdanken, dessen Ansicht bei einer geognostischen Fußreise mit Professor Kunth in diese interessante Gegend mich sehr in Erstaunen gesetzt hat.

†) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.“ (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognosie S. 553.) Zu den auffallendsten Beweisen der Umwandlung des Gesteins durch plutonische Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Nuffenen (Alpenthal von Eginen und Gries-Gletscher), wie die Belemniten in sogenanntem uranfänglichen Kalkstein, welche Hr. v. Charpentier am westlichen Abhange des Col de Seigne, zwischen der Enclove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Bex im Herbst 1822 gezeigt hat.

‖) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Transitions-Thonschiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo sie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gneiß umgewandelt sind. Man verfolgt dort die allmälige Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldspathmandeln im Thonschiefer, der ja ohnedies fast alle Elemente dieser Substanzen enthält.“

¶) In dem, was uns von den Kunstwerken des griechischen und römischen Alterthums übrig geblieben ist, bemerkt man den Mangel von Jaspis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaspis, die jetzt allein das Uralgebirge liefert. Was man als Jaspis von dem Rhabarberberge (Revennaja Sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu einem gestreiften prachtvollen Porphyr. Der Name Jaspis, aus den semitischen Sprachen übertragen, scheint sich nach den verwirrten Beschreibungen des Theophrastus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaspis unter den undurchsichtigen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaspachat und sogenanntem Opaljaspis zu beziehen, die die Alten Jasponyx nannten. Daher glaubt Plinius schon als ein seltenes Beispiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaspis aus eigener Ansicht anführen zu müssen: „magnitudinem jaspidis undecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatam.“ Nach Theophrastus ist der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obelisken geschnitten werden, nichts anders als ein unreifer Jaspis.

unerlaubten Handel begünstigenden Massen, habe ich am Vesuv in dem Rande des Kraters selbst gesehen. An beiden Abhängen der Pyrenäen ist der Zusammenhang des Diorit- (und Porphyr-?) Gesteins mit dem Auftreten der Dolomite, des Gypses und des Steinsalzes nicht zu bezweifeln*). Alles verkündigt in den hier geschilderten Erscheinungen die Einwirkung unterirdischer Mächte auf Sedimentschichten des alten Meeres.

Die reinen Quarzlager von ungeheurer Mächtigkeit, welche für die Andeskette†) von Südamerika so charakteristisch sind (ich habe, von Caramarca gegen Guangamarca hin nach der Südsee herabsteigend, Quarzmassen sieben- bis achttausend Fuß mächtig gefunden), sind von räthselhafter Entstehung; sie ruhen bald auf quarzlosem Porphyr, bald auf Dioritgestein. Wurden sie aus Sandstein *umgewandelt*, wie Elie de Beaumont es von den Quarzschichten am Col de la Poissonnière‡) (östlich von Briançon) vermuthet? In Brasilien, in den neuerlichst von Clausen so genau untersuchten Diamant-Districten von Minas Geraes und St. Paul, haben plutonische Kräfte auf Dioritgängen bald gewöhnlichen Glimmer, bald Eisenglimmer in dem *Quarz-Itacolumit* entwickelt. Die Diamanten von Grammagoa sind in Schichten fester Kieselsäure enthalten; bisweilen liegen sie von Glimmerblättchen umhüllt, ganz wie die im Glimmerschiefer entstandenen Granaten. Die nördlichsten aller Diamanten, die seit 1829 unter 58° Breite, am europäischen Abfall des Urals, entdeckten, stehen auch in geognostischen Verhältnissen zum schwarzen *kohlenstoffhaltigen* Dolomit‖) von Adolfskoi, wie zum Augitporphyr, die durch genaue Beobachtungen noch nicht hinlänglich aufgeklärt sind.

Unter die denkwürdigsten Contactphänomene gehört endlich noch die *Granatbildung* im Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und Doleritgestein (Northumberland und Insel Anglesea), wie die Erzeugung einer großen Menge schöner und sehr verschiedenartiger Krystalle (Granat, Vesuvian, Augit und Ceylanit), welche an den Berührungsflächen von Eruptions- und Sedimentgestein, an der Grenze des Monzon-Syenits mit Dolomit und lichtem Kalkstein sich entwickeln¶). In der Insel Elba haben Serpentinstein-Massen, welche vielleicht nirgends so deutlich als Eruptions-Gebirgsarten erscheinen, in den Klüften eines Kreidesandsteins die Sublimation von Eisenglanz und Rotheisenstein**) bewirkt. Denselben Eisenglanz sehen wir noch täglich am Kraterrande und in frischen Lavaströmen des Vulkans von Stromboli, des Vesuvs und des Aetna sich aus der Dampfform an den Spaltwänden offner Gänge sublimiren††). Wie hier durch vulkanische Kräfte sich *Gangmassen* unter unsern Augen bilden, da wo das Nebengestein schon zu einem Zustande der Starrheit gelangt ist; so haben auf eine ähnliche Weise in den früheren Revolutionen der Erdrinde *Gestein-* und *Erzgänge* überall entstehen können, wo die feste, aber noch dünne Kruste des Planeten, öfter durch Erdstöße erschüttert, bei Volumveränderung im Erkalten zerklüftet und gespalten, mehrfache Verbindungen mit dem Inneren, mehrfache Auswege für aufsteigende, mit Erd- und Metallstoffen geschwängerte Dämpfe darbot. Die den Sahlbändern parallele, lagenweise Anordnung der Gemengtheile, die regelmäßige Wiederholung gleichnamiger Lagen zu beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden des Ganges), ja die trusenförmigen langgedehnten Höhlungen der Mitte bezeugten oft recht unmittelbar den

---

*) *Dufrénoy* in den Mémoires géologiques T. II. p. 145 und 179.

†) *Humboldt*, Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 93; Asie centrale T. III p. 532.

‡) *Elie de Beaumont* in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362; *Murchison*, Silurian System p. 286.

‖) *Rose*, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 364 und 367.

¶) *Leop. von Buch*, Briefe S. 109—129. Vergl. auch *Elie de Beaumont* über Contact des Granits mit Jurakalkschichten in den Mém. géol. T. II. p. 408.

**) *Hoffmann*, Reise S. 30 und 37.

††) Ueber den chemischen Hergang eines Bildungsprocesses des Eisenglanzes s. *Gay-Lussac* in den Annales de Chimie T. XXII. p. 415 und *Mitscherlich* in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Auch in den Höhlungen des Obsidians vom Cerro del Jacal, den ich aus Mexico mitgebracht, haben sich (wahrscheinlich aus Dämpfen) Olivin-Krystalle niedergeschlagen (Gustav *Rose* in Poggend. Ann. Bd. X. S. 323). Es kommt demnach Olivin vor: in Basalt, in Lava, in Obsidian, in künstlichen Schlacken, in Meteorsteinen, im Syenit von Elfdalen und (als Hyalosiderit) in der Wacke vom Kaiserstuhle.

und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter*) liegen) übergehen. „Daß zwiſchen dem Eismeere und dem finniſchen Meerbuſen aller Gneiß aus ſiluriſchen Schichten der Tranſitions-Formation durch Einwirkung des Granits entſtanden und umgewandelt worden iſt, kann jetzt, wie Leopold von Buch ſich ausdrückt, als eine allen Geognoſten geläufige und von den meiſten für bewährt angenommene Hypotheſe gelten. In den Alpen am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erſt zu Glimmerſchiefer, dann zu Gneiß umgewandelt.“†) Aehnliche Erſcheinungen der Gneiß- und Glimmerſchieferbildung durch Granit bieten ſich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaiſe‡), wo Belemniten ſich in Geſteinen gefunden haben, die ſelbſt ſchon auf den Namen des Glimmerſchiefers Anſpruch machen können; in der Schiefergruppe des weſtlichen Theils der Inſel Elba unfern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge‖) zwiſchen Lomitz und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Maſſen nicht zugängliches Kunſtmaterial¶), der Jaſpis, das Erzeugniß einer vulkaniſchen Einwirkung des Augitporphyrs iſt; kann ein anderes, von ihnen ſo vielfach und glücklich angewandtes Kunſtmaterial, der körnige (ſaliniſche) Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgeſteins veränderte Sedimentſchicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomene und die merkwürdigen Schmelzverſuche von Sir James Hall, die nun ſchon über ein halbes Jahrhundert alt ſind und neben der ernſten Erforſchung der Granitgänge am meiſten zur frühen Begründung unſrer jetzigen Geognoſie beigetragen haben, rechtfertigen eine ſolche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgeſtein den dichten Kalk nur in einer gewiſſen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkſtein verwandelt. So zeigt ſich eine partielle Umwandlung (wie ein Halbſchatten) in Irland (Belfaſt), wo Baſaltgänge die Kreide durchſetzen; ſo in dem dichten Flözkalkſtein, den ein ſyenitartiger Granit an der

---

*) Für die vulkaniſche Entſtehung des Glimmers iſt es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkryſtalle ſich finden: im Baſalt des böhmiſchen Mittelgebirges, in der Lava des Veſuvs von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonſchiefer-Bruchſtücken, die am Hohenfels unweit Geroldſtein in der Eifel von ſchlackigem Baſalt umwickelt ſind (ſ. Mitſcherlich in Leonhard, Baſalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entſtehen des Feldſpaths im Thonſchiefer durch Contact des Porphyrs zwiſchen Urval und Poiet (Forez) ſ. Dufrénoy in Géol. de la France T. I. p. 137. Einem ähnlichen Contact ſollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelſteinartigen und zelligen Charakter verdanken, deſſen Anſicht bei einer geognoſtiſchen Fußreiſe mit Profeſſor Kunth in dieſe intereſſante Gegend mich ſehr in Erſtaunen geſetzt hat.

†) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiſſenſch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wiſſenſchaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois.“ (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognoſie S. 553.) Zu den auffallendſten Beweiſen der Umwandlung des Geſteins durch plutoniſche Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Nuſſenen (Alpenthal von Eginen und Gries-Gletſcher), wie die Belemniten in ſogenanntem uranfänglichen Kalkſtein, welche Hr. v. Charpentier am weſtlichen Abhange des Col de Seigne, zwiſchen der Enclove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchette, gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) und mir in Bex im Herbſt 1822 gezeigt hat.

‖) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XVI. S. 552. „Schichten von Tranſitions-Thonſchiefer des Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen verfolgt werden können und nur an beiden Extremen, wo ſie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gneiß umgewandelt ſind. Man verfolgt dort die allmälige Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmers und der Feldſpathmandeln im Thonſchiefer, der ja ohnedies faſt alle Elemente dieſer Subſtanzen enthält.“

¶) In dem, was uns von den Kunſtwerken des griechiſchen und römiſchen Alterthums übrig geblieben iſt, bemerkt man den Mangel von Jaſpis-Säulen und großen Gefäßen aus Jaſpis, die jetzt allein das Uralgebirge liefert. Was man als Jaſpis von dem Rhabarberberge (Revennaja Sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu einem geſtreiften prachtvollen Porphyr. Der Name Jaſpis, aus den ſemitiſchen Sprachen übertragen, ſcheint ſich nach den verwirrten Beſchreibungen des Theophraſtus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVII, 8 und 9), welcher den Jaſpis unter den undurchſichtigen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jaſpachat und ſogenanntem Opaljaſpis zu beziehen, die die Alten Jaſponyx nannten. Daher glaubt Plinius ſchon als ein ſeltenes Beiſpiel der Größe ein 11zölliges Stück Jaſpis aus eigener Anſicht anführen zu müſſen: „magnitudinem jaspidis undecim unciarum vidimus, formatamque inde effigiem Neronis thoracatam.“ Nach Theophraſtus iſt der Stein, den er Smaragd nennt und aus dem große Obelisken geſchnitten werden, nichts anders als ein unreifer Jaſpis.

eckig gebliebenen Theile wiederum mit einander verbunden hat. Agglomerate und Trümmergesteine im weitesten Sinne des Worts offenbaren den Charakter einer zwiefachen Entstehungsweise. Die Materialien, welche ihre mechanische Zusammensetzung bilden, sind nicht bloß von den fluthenden Meereswogen oder bewegten süßen Wassern herbeigeführt; es giebt Trümmergesteine, an deren Bildung der Stoß des Wassers keinen Antheil gehabt hat. „Wenn basaltische Inseln oder Trachytberge auf Spalten sich erheben, veranlaßt die Reibung des aufsteigenden Gesteins gegen die Wände der Spalten, daß Basalt und Trachyt sich mit Agglomeraten ihrer eigenen Massen umgeben. In den Sandsteinen vieler Formationen sind die Körner, aus denen sie zusammengesetzt sind, mehr losgerissen durch die Reibung des ausbrechenden (vulkanischen oder plutonischen) Gesteins, als zertrümmert durch die Bewegung eines nachbarlichen Meeres. Das Dasein solcher Reibungs-Conglomerate (die in beiden Welttheilen in ungeheuren Massen gefunden werden) bezeugt die Intensität der Kraft, mit welcher die Eruptionsmassen gegen die Erdoberfläche gestoßen sind, als sie aus dem Innern emporgetrieben wurden. Die Wasser bemächtigen sich dann der ihres Zusammenhanges beraubten Körner und verbreiten sie in Lagen auf dem Grunde selbst, den sie überdecken *)." Sandstein-Gebilde findet man eingelagert durch alle Schichten von dem unteren silurischen Uebergangsgebirge an bis jenseits der Kreide in den Tertiärformationen. An den Rändern der unermeßlichen Ebenen des Neuen Welttheils, in und außerhalb der Tropen, sieht man sie mauerartig gleichsam das alte Ufer bezeichnen, an dem die mächtige Wellenbrandung schäumte.

Wenn man einen Blick wagen will auf die geographische Verbreitung der Gebirgsarten und ihre räumlichen Verhältnisse in dem Theile der Erdrinde, welcher unsern Beobachtungen zugänglich ist, so erkennt man, daß der am allgemeinsten verbreitete chemische Stoff die Kieselsäure ist, meist in undurchsichtigem Zustande und mannigfach gefärbt. Nach der festen Kieselsäure herrscht zunächst kohlensaurer Kalk; dann kommen die Verbindungen von Kieselsäure mit Thonerde, Kali und Natron, mit Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd. Wenn das, was wir Gebirgsarten nennen, bestimmte Associationen einer kleinen Zahl von Mineralien sind, denen sich, wie parasitisch, einige andere, aber auch nur bestimmte, anschließen; wenn in einem Eruptionsgestein, dem Granit, die Association von Quarz (Kieselsäure), Feldspath und Glimmer das Wesentliche ist: so gehen diese Mineralien auch vereinzelt oder gepaart durch viele andere Schichten hindurch. Um nur beispielsweise zu zeigen, wie quantitative Verhältnisse ein Feldspathgestein von einem anderen, glimmerreichen unterscheiden, erinnere ich daran, daß, wenn, nach Mitscherlich, zum Feldspath dreimal mehr Thonerde und $^1/_3$ mehr Kieselsäure, als demselben eigen ist, hinzugefügt wird, man die Zusammensetzung des Glimmers erhält. In beiden ist Kali enthalten, ein Stoff, dessen Existenz in vielen Gebirgsarten wohl über den Anfang aller Vegetation auf dem Erdkörper hinaufsteigt.

Die Reihenfolge und mit ihr das Alter der Formationen wird durch die gegenseitige Auflagerung der Sediment-, der umgewandelten und der Aggregatschichten, durch die Natur der Gebilde, bis zu welcher die Eruptionsmassen hinaufsteigen, am sichersten aber durch die Anwesenheit organischer Reste und die Verschiedenartigkeit ihres Baues erkannt. Die Anwendung der botanischen und zoologischen Kennzeichen auf die Bestimmung des Alters der Felsmassen, die Chronometrik der Erdrinde, welche Hooke's großer Geist schon ahnete, bezeichnet eine der glänzendsten Epochen der neuen, den semitischen Einflüssen wenigstens auf dem Continent endlich entzogenen Geognosie. Paläontologische Studien haben der Lehre von den starren Gebilden der Erde, wie durch einen belebenden Hauch, Anmuth und Vielseitigkeit verliehen.

---

*) Leop. von Buch, Geognost. Briefe S. 75—82; wo weiterhin gezeigt wird, wie der rothe Sandstein (das Zechsteingebirge des thüringischen Flötzgebirges) und das Steinkohlen-Gebilde als Erzeugnisse des aufsteigenden Porphyrs betrachtet werden müssen.

der Metamorphose die Dolomitmassen, besonders im südlichen Tyrol und in dem italiänischen Abfall der Alpenkette, dar. Eine solche Umwandlung des Kalksteins geht von Klüften aus, welche denselben nach allen Richtungen durchsetzen. Die Höhlungen sind überall mit Rhomboiden von Bitterspath bedeckt; ja das ganze Gebilde, dann ohne Schichtung und ohne Spur der Versteinerungen, die es vorher enthielt, besteht nur aus einer körnigen Anhäufung von Dolomit-Rhomboiden. Talkblätter liegen hier und da vereinzelt in der neuentstandenen Gebirgsart, Serpentintrümmer durchsetzen sie. Im Fassa-Thale steigt der Dolomit senkrecht in glatten Wänden von blendender Weiße zu mehreren tausend Fuß Höhe empor. Er bildet zugespitzte Kegelberge, die in großer Zahl neben einander stehen, ohne sich zu berühren. Ihre physiognomische Gestaltung erinnert an die lieblich-phantastische Berglandschaft, mit welcher Lenardo da Vinci das Bild der Mona Lisa als Hintergrund schmückte.

Die geognostischen Erscheinungen, welche wir hier schildern, regen die Einbildungskraft wie das Nachdenken an; sie sind das Werk eines Augitporphyrs, der hebend, zertrümmernd und umwandelnd einwirkt*). Der Proceß der Dolomitisirung wird von dem geistreichen Forscher, der zuerst ihn angedeutet, keineswegs als eine Mittheilung der Talkerde aus dem schwarzen Porphyr, sondern als eine gleichzeitige, das Hervortreten dieses Ausbruchsgesteins auf weiten dampferfüllten Spalten begleitende Veränderung betrachtet. Künftigen Forschungen bleibt es übrig, zu bestimmen, wie da, wo Dolomit in Schichten zwischen Kalkstein eingelagert ist, ohne Berührung mit endogenem Gesteine die Umwandlung erfolgt ist? wo dann die Zuführungscanäle plutonischer Einwirkung verborgen liegen? Vielleicht ist es auch hier noch nicht nothwendig, zu dem alten römischen Ausspruch seine Zuflucht zu nehmen, nach welchem „vieles Gleiche in der Natur auf ganz verschiedenen Wegen gebildet wird." Wenn in einem weit ausgedehnten Erdstriche zwei Erscheinungen, das Emportreten von Melaphyr, und die Krystall- und chemische Mischungs-Veränderung eines dichten Kalkgesteins, einander immer begleiten; so darf man wohl da, wo die zweite Erscheinung ohne die erste sichtbar wird, mit einigem Rechte vermuthen, daß der scheinbare Widerspruch in der Nichterfüllung gewisser die verborgene Hauptursach begleitender Bedingungen gegründet ist. Würde man darum die vulkanische Natur, die Feuerflüssigkeit des Basalts in Zweifel ziehen, weil sich einige seltene Fälle gezeigt haben, in denen Basaltgänge, Steinkohlenflöze, Sandstein oder Kreideschichten durchsetzend, weder die Kohle wesentlich ihres Brennstoffs beraubt, noch den Sandstein gefrittet und verschlackt, noch die Kreide in körnigen Marmor verwandelt haben? Wo in der dunkeln Region der Gesteinbildung ein Dämmerlicht, eine leitende Spur aufgefunden worden, muß man beide nicht darum gleich undankbar verlassen, weil in den Verhältnissen der Uebergänge und der isolirten Einlagerung zwischen unveränderten Schichten noch manches für jetzt unerklärt bleibt.

Nach der Veränderung des dichten kohlensauren Kalkes in körnigen Kalkstein und in Dolomit muß hier noch einer dritten Umwandlung desselben Gesteins erwähnt werden, welche den in der Urzeit vulkanisch ausgebrochenen schwefelsauren Dämpfen zuzuschreiben ist. Diese Umwandlung des Kalkes in Gyps ist mit dem Eindringen von Steinsalz und Schwefel (letzterer aus schwefelhaltigen Wasserdämpfen niedergeschlagen) verwandt. In der hohen Andeskette von Quindiu, fern von allen Vulkanen, habe ich auf Klüften im Gneiß diesen Niederschlag des Schwefels beobachtet, während Schwefel, Gyps und Steinsalz in Sicilien (Cattolica bei Girgenti) zu den neuesten Secundärschichten (der Kreideformation†) gehören. Spalten mit Steinsalz gefüllt, in beträchtlichen, bisweilen einen

*) Leop. von Buch, Geognostische Briefe an Alex. von Humboldt 1824 S. 36 und 82; derselbe in den Annales de Chimie T. XXIII. p. 276 und in den Abhandl. der Berliner Akad. aus den J. 1822 und 1823 S. 83—136; H. von Dechen, Geognosie S. 574—576.

†) Hoffmann, Geogn. Reise bearbeitet von H. von Dechen S. 113—119, 380—386; Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXVI. S. 41.

artig waren, Equisetaceen und tropische Farn; aber von den thierischen Organismen finden wir sonderbar zusammen Crustaceen (Trilobiten mit Netzaugen und Calymenen), Brachiopoden (Spirifer, Orthis), die zierlichen Sphäroniten, welche den Crinoiden nahe stehen*), Orthoceratiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit diesen niedern Organismen schon Fische von wunderbarer Gestalt in oberen silurischen Schichten. Die schwergepanzerte Familie der Cephalaspiden, aus welcher Fragmente der Gattung Pterichthys lange für Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devonischen Gebilde (Old Red) ausschließlich an; und zeigen, nach Agassiz, in der Reihe der Fischformen einen so eigenthümlichen Typus als Ichthyosauren und Plesiosauren unter den Reptilien †). Aus der Gruppe der Ammoniten beginnen die Goniatiten ‡) ebenfalls in dem Uebergangskalk und der Grauwacke der devonischen Schichten, ja selbst in den letzten silurischen.

Die Abhängigkeit physiologischer Abstufung von dem Alter der Formationen, welche bisher in der Lagerung der wirbellosen Thiere wenig erkannt worden ist ||), offenbart sich auf das regelmäßigste in den Vertebraten oder Wirbelthieren selbst. Die ältesten unter diesen sind, wie wir eben gesehen, die Fische; dann folgen nach der Reihe der Formationen, von den unteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das erste Reptil (ein Saurier, Monitor nach Cuvier), das schon die Aufmerksamkeit von Leibnitz ¶) anregte, zeigt sich im Kupferschieferflöz des Zechsteins in Thüringen; mit ihm von gleichem Alter, nach Murchison, Paläosaurus und Thecodontosaurus von Bristol. Die Saurier nehmen zu im Muschelkalk**), im Keuper und in der Juraformation, wo sie ihr Maximum erreichen. Zur Zeit dieser Formation lebten: Plesiosauren mit 30 Wirbel langem Schwanenhalse, der Megalosaurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit Fußknochen wie ein schweres Landsäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyosauren, der Geosaurus oder Sömmering's Lacerta gigantea, endlich 7 scheußlich wunderbare Pterodactylen ††) oder Saurier mit einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilartigen Saurier schon ab; doch bezeichnen diese Epoche das sogenannte Crocodil von Mastricht (Mososaurus von Conybeare) und das colossale, vielleicht grasfressende Iguanodon. Thiere, die zum jetzigen Geschlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in die Tertiärformation aufsteigen sehen; ja Scheuchzer's Sündfluth-Mensch (homo diluvii testis), ein großer Salamander, mit dem Axolotl verwandt, welchen ich aus den Seen um Mexico mitgebracht, gehört der neuesten Süßwasser-Formation von Oeningen an.

Das relative Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsschichten bestimmt, hat zu wichtigen Resultaten über die Verhältnisse geführt, welche zwischen den untergegangenen und noch lebenden Geschlechtern und Arten (letztere, die Arten, in sehr geringer Zahl) erkannt werden. Alte und neue Beobachtungen erweisen, daß die Floren und Faunen um so verschiedener von den jetzigen Gestalten der Pflanzen und Thiere sind, als die Sedimentformationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numerischen Verhältnisse, welche diese große von Cuvier‡‡) zuerst aufgeklärte Wechselerscheinung des organischen

*) Derselbe, Gebirgsformationen von Rußland 1840 S. 34—46.

†) Agassiz, Monographie des Poissons fossiles du Vieux Grès Rouge p. VI und 4.

‡) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 149—168; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß des Rheinischen Uebergangsgebirgs 1837 S. 45.

||) Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles T. I. Introd. p. XVIII (Davy, Consolations in Travel Dial. III).

¶) Nach Hermann von Meyer ein Protosaurus. Die Rippe eines Sauriers, die angeblich dem Bergkalk (Kohlenkalkstein) von Northumberland angehörte (Herm. von Meyer, Palaeologika S. 299), ist nach Lyell (Geology 1832 Vol. I. p. 148) sehr zweifelhaft. Der Entdecker selbst schreibt sie Alluvialschichten zu, welche den Bergkalk bedecken.

**) F. von Alberti, Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers 1834 S. 119 und 314.

††) Siehe die scharfsinnigen Betrachtungen von Hermann v. Meyer über die Organisation der fliegenden Saurier in Palaeologica S. 228—252. Auf dem versteinerten Exemplar des Pterodactylus crassirostris, welcher wie der länger berühmte P. longirostris (Ornithocephalus, Sömmering) zu Solenhofen im lithographischen Schiefer der oberen Juraformation gefunden worden ist, hat Professor Goldfuß selbst Spuren der Flughäute „mit den Abdrücken der gekrümmten flockigen, hier und da zottlangen Haare des Felles" entdeckt.

‡‡) Cuvier, Recherches sur les Ossemens fossiles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch die geologische Zeit-Scale in Phillips, Geology 1837 p. 166—183).

plutonischen Proceß der Sublimation in den Erzgängen. Da die durchsetzenden neuren Ursprungs als die durchsetzten sind, so lehren die Lagerungsverhältnisse des Porphyrs zu den Silbererz-Formationen, daß diese in dem sächsischen Erzgebirge, also in den wichtigsten und reichsten Erzgebirge Deutschlands, zum wenigsten jünger als die Baumstämme des Steinkohlengebirges und des Rothliegenden sind*).

Alles, was mit unsern geologischen Vermuthungen über die Bildung der Erdrinde und die Umwandlung der Gebirgsarten zusammenhängt, hat ein unerwartetes Licht dadurch gewonnen, daß man den glücklichen Gedanken†) gehabt hat, die Schlackenbildung in unseren Schmelzöfen mit der Entstehung natürlicher Mineralien zu vergleichen, und künstlich diese aus ihren Elementen wiederum zusammenzusetzen. Bei allen diesen Operationen wirken dieselben Verwandtschaften, welche in unsern Laboratorien wie in dem Schooße der Erde die Zusammensetzung chemischer Verbindungen bestimmen. Der wichtigste Theil der einfachen Mineralien, welche sehr allgemein verbreitete plutonische und vulkanische Eruptionsgesteine, wie die durch sie metamorphosirten Gebirgsarten charakterisiren, sind schon krystallinisch und in vollkommener Gleichheit unter den künstlichen Mineralbildungen aufgefunden worden. Wir unterscheiden die, welche in den Schlacken zufällig entstanden sind, und die, welche absichtlich von den Chemikern hervorgebracht wurden. Zu den ersteren gehören Feldspath, Glimmer, Augit, Olivin, Blende, krystallisirtes Eisenoxyd (Eisenglimmer), Magneteisen-Octaeder und metallisches Titan‡); zu den zweiten: Granat, Idokras, Rubin (dem orientalischen an Härte gleich), Olivin und Augit‖). Die hier genannten Mineralien bilden die Hauptbestandtheile von Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, von Basalt, Dolerit und vielen Porphyren. Die künstliche Erzeugung von Feldspath und Glimmer ist besonders von großer geognostischer Wichtigkeit für die Theorie der Gneißbildung durch Umwandlung des Thonschiefers. Dieser enthält die Bestandtheile des Granits, Kali nicht ausgeschlossen¶). Es wäre demnach, bemerkt mit Recht ein scharfsinniger Geognost, Herr von Dechen, nicht sehr unerwartet, wenn wir an den Wänden eines Schmelzofens, der aus Thonschiefer und Grauwacke aufgeführt ist, einmal ein Gneißfragment sich bilden sähen.

Es bleibt in diesen allgemeinen Betrachtungen über die feste Erdrinde nach Aufzählung von drei Entstehungsformen (dem Eruptions-, Sediment- und metamorphosirten Gestein) noch eine vierte Classe zu nennen übrig, die der Agglomeratbildung oder des Trümmergesteins. Dieser Name selbst erinnert an die Zerstörungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten, er erinnert aber auch an die Processe der Cämentirung (Verkittung), welche durch Eisenoxyd, durch thon- und kalkartige Bindemittel die bald abgerundeten, bald

*) Constantin von Beust über die Porphyrgebilde 1835 S. 89—96; desselben Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie 1840 S. 6; C. von Weißenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse 1836 Fig. 12. Die bandförmige Structur der Gangmassen ist aber eben so wenig allgemein als die bestimmte Altersfolge der einzelnen Glieder dieser Massen; s. Freiesleben über die sächsischen Erzgänge 1843 S. 10—12.

†) Mitscherlich über die künstliche Darstellung der Mineralien, in den Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den Jahren 1822 und 1823 S. 25—41.

‡) In Schlacken: Krystalle von Feldspath, von Heine beim Ausblasen eines Kupferrohofens unweit Sangerhausen aufgefunden und von Kersten zerlegt (Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 337); von Augit in den Schlacken von Sahle (Mitscherlich in den Abhandl. der Akad. zu Berlin 1822 und 1823 S. 40); von Olivin (Sefström in Leonhard, Basaltgebilde Bd. II. S. 495); von Glimmer in alten Schlacken von Schloß Garpenberg (Mitscherlich in Leonhard a. a. O. S. 506); von Magneteisen in Schlacken von Chatillon sur Seine (Leonhard S. 441); von Eisenglimmer in Töpferthon entstanden (Mitscherlich in Leonhard S. 234).

‖) Absichtlich hervorgebracht: Idokras und Granat (Mitscherlich in Poggendorff's Ann. der Physik Bd. XXXIII. S. 340), Rubin, Gaudin in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. IV. P. 1. p. 999), Olivin und Augit (Mitscherlich und Berthier in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. p. 376). Ohnerachtet nach Gustav Rose Augit und Hornblende die größte Uebereinstimmung der Krystallform zeigen und ihre chemische Zusammensetzung auch fast dieselbe ist, so ist doch noch nie Hornblende neben dem Augit in Schlacken beobachtet worden; eben so wenig ist es den Chemikern geglückt, Hornblende oder Feldspath absichtlich hervorzubringen (Mitscherlich in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. S. 340, und Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 358 und 363). Man vergleiche auch Beudant in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. p. 221 und Becquerel's scharfsinnige Versuche in seinem Traité de l'Eetricité T. I. p. 334, T. III. p. 218, T. V, 1. p. 148 und 185.

¶) D'Aubuisson im Journal de Physique T. LXVIII. p. 128.

dem Lias, die Goniatiten dem Transitions-Kalkstein und der Grauwacke angehören *). Belemniten haben ihre untere Grenze †) im Keuper, den der Jurakalkstein bedeckt, ihre obere in der Kreide. Die Wasser sind zu denselben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch Schalthiere belebt gewesen, die wenigstens theilweise, wie man heute bestimmt weiß, identisch mit den in Europa fossilen waren. Leopold von Buch hat aus der südlichen Hemisphäre (Vulkan Maypo in Chili) Exogyren und Trigonien, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indischen Ebenen von Cutsch Ammoniten und Gryphaeen bezeichnet, der Art nach genau identisch mit denen, welche aus dem alten Jurameer in Deutschland und Frankreich abgesetzt worden sind.

Gebirgsschichten, ausgezeichnet durch bestimmte Arten der Petrefacte oder durch bestimmte Geschiebe, die sie enthalten, bilden einen geognostischen Horizont, nach welchem der forschende Geognost, wo er zweifelhaft bleibt, sich orientiren kann, und dessen Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). Wenn man so den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung auffassen will, so folgen von unten nach oben:

1) das sogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (silurischer und devonischer Schichten), letztere vormals als alter rother Sandstein bezeichnet;

2) die untere Trias ‡), als Bergkalk, Steinkohlengebirge sammt Todtliegendem, und Zechstein;

3) die obere Trias, als bunter Sandstein ||), Muschelkalk und Keuper;

4) der Jurakalk (Lias und Oolithen);

5) Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;

6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die riesenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Mastodonten, Dinotherium, Missurium, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthier-artiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu diesen vorweltlichen Geschlechtern gesellen sich die fossilen Reste jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd, und Hirsch. Das mit Mastodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich sorgfältig graben ließ ¶), liegt 8200 Fuß über dem Meeresspiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Gebein- untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu sehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Cautley und Dr. Falconer so eifrig durchsucht haben) neben den zahlreichen Mastodonten, dem Sivatherium und der riesenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landschildkröte der

*) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1839 S. 135—187.

†) Quenstedt, Flözgebirge Würtembergs 1843 S. 133.

‡) Derselbe S. 15.

||) Murchison theilt den bunten Sandstein in zwei Abtheilungen, deren obere der Trias von Alberti verbleibt, während er aus der unteren, zu welcher der Vogesen-Sandstein von Elie de Beaumont gehört, mit dem Rothstein und Todtliegenden sein permisches System bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unseres bunten Sandsteins, beginnen ihm erst die secundären Formationen; das permische System, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devonischen und silurischen Schichten sind ihm paläozoische Gebilde. Nach diesen Ansichten heißen Kreide und Jura die oberen, Keuper, Muschelkalk und der bunte Sandstein die unteren secundären Formationen; das permische System und der Kohlenkalk heißen das obere, die devonischen und silurischen Schichten zusammen das untere paläozoische Gebilde. Die Fundamente dieser allgemeinen Classification finden sich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britische Geognost einen großen Theil des ganzen östlichen Europa's darstellen wird.

¶) Cuvier, Ossemens fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutschen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

Die versteinerungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhalten, die Floren und die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unsere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung großer Bergketten, deren relatives Alter wir zu bestimmen vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang unter den neueren. In der Eingeschränktheit unsres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewässer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen organischen Gebilde ganz erhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur seine Fährte, in den Coprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der unteren Juraschicht (Lias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Dintenbeutels *) der Sepia so wunderbar vollkommen, daß dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der sein Bild entworfen wird. In andern Schichten ist oft nur der schwache Abdruck einer Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel †) ist, lehren, welche Gebirgsformation sich dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesellschaftet war. Sie erzählt die Geschichte des Landes.

Das zergliedernde Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache Richtung. Die eine ist eine rein morphologische, und vorzugsweise der Naturbeschreibung und Physiologie der Organismen zugewandt; sie füllt durch untergegangene Bildungen die Lücken in der Reihe der jetzt noch belebten aus. Die zweite Richtung ist eine geognostische, welche die fossilen Reste in ihrem Verhältniß zu dem Aufeinanderliegen und relativen Alter der Sedimentformationen betrachtet. Lange ist die erstere die vorherrschende gewesen, und eine zu unvollständige und oberflächliche Vergleichung der Versteinerungen mit den jetzt existirenden Arten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wundersamen Benennungen gewisser Naturkörper zu entdecken sind. Man wollte in allen untergegangenen Arten die lebenden erkennen, wie nach falschen Analogien man im 16ten Jahrhunderte die Thiere des alten und neuen Continents mit einander verwechselte. Peter Camper, Sömmering und Blumenbach hatten das Verdienst, durch die wissenschaftliche Anwendung einer feineren vergleichenden Anatomie den osteologischen Theil der Paläontologie (Alterthumskunde des organischen Lebens), so weit derselbe die großen fossilen Wirbelthiere betrifft, zuerst aufzuklären; aber die eigentliche geognostische Ansicht der Versteinerungslehre, die glückliche Verbindung der zoologischen Charaktere mit der Alters- und Auflagerungsfolge der Schichten, verdankt man der großen Arbeit von Georg Cuvier und Alexander Brongniart.

Die ältesten Sedimentformationen, die des Transitionsgebirges, bieten in den organischen Resten, welche sie einschließen, ein Gemisch von Bildungen, die auf der Stufenleiter der sich allmälig vervollkommnenden Entwicklung einen sehr verschiedenen Platz einnehmen. Von Pflanzen enthalten sie freilich nur einigen Seetang, Lycopodiaceen, die vielleicht baum-

*) Eine Entdeckung von Miß Mary Anning, welche auch die Coprolithen der Fische zuerst aufgefunden hat. Diese und die Excremente des Ichthyosauros werden in England (z. B. bei Lyme Regis) in solcher Menge gesehen, daß sie nach Buckland's Ausdruck wie Kartoffeln auf dem Boden zerstreut liegen. Vergl. Buckland, Geology considered with reference to Natural Theology Vol. I. p. 188—202 und 305. Ueber Hooke's Hoffnung, to raise a chronology aus dem bloßen Studium zerbrochener und versteinerter Muschelschalen, and to state the intervals of the time, wherein such or such catastrophes and mutations have happened, s. Posth. Works, Lecture Feb. 29, 1688.

†) Leop. von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem J. 1837 S. 64.

dem Lias, die Goniatiten dem Transitions-Kalkstein und der Grauwacke angehören *). Belemniten haben ihre untere Grenze †) im Keuper, den der Jurakalkstein bedeckt, ihre obere in der Kreide. Die Wasser sind zu denselben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch Schalthiere belebt gewesen, die wenigstens theilweise, wie man heute bestimmt weiß, identisch mit den in Europa fossilen waren. Leopold von Buch hat aus der südlichen Hemisphäre (Vulkan Maypo in Chili) Exogyren und Trigonien, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indischen Ebenen von Cutsch Ammoniten und Gryphäen bezeichnet, der Art nach genau identisch mit denen, welche aus dem alten Jurameer in Deutschland und Frankreich abgesetzt worden sind.

Gebirgsschichten, ausgezeichnet durch bestimmte Arten der Petrefacte oder durch bestimmte Geschiebe, die sie enthalten, bilden einen geognostischen Horizont, nach welchem der forschende Geognost, wo er zweifelhaft bleibt, sich orientiren kann, und dessen Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). Wenn man so den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung auffassen will, so folgen von unten nach oben:

1) das sogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (silurischer und devonischer Schichten), letztere vormals als alter rother Sandstein bezeichnet;

2) die untere Trias‡), als Bergkalk, Steinkohlengebirge sammt Todtliegendem, und Zechstein;

3) die obere Trias, als bunter Sandstein‖), Muschelkalk und Keuper;

4) der Jurakalk (Lias und Oolithen);

5) Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;

6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die riesenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Mastodonten, Dinotherium, Missurium, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthier-artiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu diesen vorweltlichen Geschlechtern gesellen sich die fossilen Reste jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd, und Hirsch. Das mit Mastodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich sorgfältig graben ließ ¶), liegt 8200 Fuß über dem Meeresspiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Gebein- untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu sehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Cautley und Dr. Falconer so eifrig durchsucht haben) neben den zahlreichen Mastodonten, dem Sivatherium und der riesenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landschildkröte der

*) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1830 S. 135—187.

†) Quenstedt, Flözgebirge Würtembergs 1843 S. 135.

‡) Derselbe S. 13.

‖) Murchison theilt den bunten Sandstein in zwei Abtheilungen, deren obere der Trias von Alberti verbleibt, während er aus der unteren, zu welcher der Vogesen-Sandstein von Elie de Beaumont gehört, aus dem Rothstein und Todtliegenden sein permisches System bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unseres bunten Sandsteins, beginnen ihm erst die secundären Formationen; das permische System, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devonischen und silurischen Schichten sind ihm paläozoische Gebilde. Nach diesen Ansichten heißen Kreide und Jura die oberen, Keuper, Muschelkalk und der bunte Sandstein die unteren secundären Formationen; das permische System und der Kohlenkalk heißen das obere, die devonischen und silurischen Schichten zusammen das untere paläozoische Gebilde. Die Fundamente dieser allgemeinen Classification finden sich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britische Geognost einen großen Theil des ganzen östlichen Europa's darstellen wird.

¶) Cuvier, Ossemens fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutschen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

Lebens darbietet, haben besonders in den verschiedenen Gruppen der Tertiärformation, die eine beträchtliche Masse genau untersuchter Gebilde enthalten, durch die verdienstvolle Arbeit von Deshayes und Lyell zu entscheidenden Ergebnissen geleitet. Agassiz, der von 1700 Arten fossiler Fische Kenntniß genommen, und die Zahl der lebenden Arten, welche beschrieben sind oder in Sammlungen aufbewahrt werden, auf 8000 schätzt, sagt mit Bestimmtheit in seinem Meisterwerke: „daß er mit Ausnahme eines einzigen kleinen, den Thongeoden von Grönland eigenthümlichen fossilen Fisches, in allen Transitions-, Flöz- und Tertiärschichten kein Thier dieser Classe gefunden habe, das specifisch identisch mit einem jetzt noch lebenden Fische wäre;" er fügt die wichtige Bemerkung hinzu: „daß in den unteren Tertiärgebilden, z. B. im Grobkalk und London Clay, 1/3 der fossilen Fische bereits ganz untergegangenen Geschlechtern zugehöre; unter der Kreide sei kein einziges Fischgeschlecht der heutigen Zeit mehr zu finden, und die wunderbare Familie der Sauroiden (Fische mit Schmelzschuppen, die in der Bildung sich fast den Reptilien nähern und von der Kohlenformation, in welcher die größten Arten liegen, bis zu der Kreide vereinzelt aufsteigen) verhalte sich zu den beiden Geschlechtern (Lepidosteus und Polypterus), welche die amerikanischen Flüsse und den Nil bevölkern, wie unsre jetzigen Elephanten und Tapire zu den Mastodonten und Anaplotherien der Urwelt*)."

Kreideschichten aber, welche noch zwei dieser Sauroiden-Fische, und riesenhafte Reptilien, wie eine ganz bereits untergegangene Welt von Corallen und Muscheln darbieten, sind, nach Ehrenberg's schöner Entdeckung, aus microscopischen Polythalamien zusammengesetzt, deren viele noch heute in unseren Meeren, und zwar in mittleren Breiten, in der Nord- und Ostsee, leben. Die erste Gruppe der Tertiärformation über der Kreide, eine Gruppe, die man sich gewöhnt hatte durch den Namen: Schichten der Cocän-Periode zu bezeichnen, verdient also eigentlich diesen Namen nicht — „da die Morgendämmerung der mit uns lebenden Natur viel tiefer in die Geschichte der Erde reicht, als man bisher geglaubt hatte†)."

Wie die Fische, die ältesten aller Wirbelthiere, schon in silurischen Transitionsschichten sich zeigen und dann ununterbrochen durch alle Formationen durchgehen, bis in die Schichten der tertiären Zeit; wie wir die Saurier mit dem Zechstein haben beginnen sehn: so finden sich die ersten Säugethiere (Thylacotherium Prevostii und T. Bucklandi, nach Valenciennes‡) mit den Beutelthieren nahe verwandt) in der Juraformation (dem Stonesfield-Schiefer), und der erste Vogel in den älteren Kreidegebilden‖). Das sind nach unserm jetzigen Wissen die unteren Grenzen der Fische, der Saurier, der Säugethiere und der Vögel.

Wenn aber auch von den wirbellosen Thieren in den ältesten Formationen Stein-Corallen und Serpuliten mit sehr ausgebildeten Cephalopoden und Crustaceen gleichzeitig, also die verschiedensten Ordnungen unabgesondert erscheinen, so sind dagegen in vielen einzelnen Gruppen derselben Ordnung sehr bestimmte Gesetze entdeckt worden. Muschel-Versteinerungen derselben Art, Goniatiten, Trilobiten und Nummuliten bilden ganze Berge. Wo verschiedene Geschlechter gemengt sind, ist nicht bloß oft eine bestimmte Reihefolge der Organismen nach Verhältniß der Auflagerung der Formationen erkannt worden; man hat auch in den untergeordneten Schichten derselben Formation die Association gewisser Geschlechter und Arten beobachtet. Durch die scharfsinnige Auffindung der Gesetze der Lobenstellung hat Leopold von Buch die Unzahl der Ammoniten in wohl gesonderte Familien getheilt, und erwiesen, wie die Ceratiten dem Muschelkalk, die Widder (Arietes)

*) Agassiz, Poissons fossiles T. I. p. XXX und T. III. p. 1—52: Buckland Geology Vol. I. p. 273—277.

†) Ehrenberg über noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung in den Abhandl. der Berliner Akad. aus dem J. 1839 S. 164.

‡) Valenciennes in den Comptes rendus l'Acad. des Sciences T. VII. 1838 P. II. p. 580.

‖) Im Weald-Clay; Beudant, Géologie p. Die Ornitholithen nehmen zu im Gyps der Tertiärmation (Cuvier, Ossemens fossiles T. III. p. —328.)

dem Lias, die Goniatiten dem Transitions-Kalkstein und der Grauwacke angehören *). Belemniten haben ihre untere Grenze †) im Keuper, den der Jurakalkstein bedeckt, ihre obere in der Kreide. Die Wasser sind zu denselben Epochen in weit von einander entfernten Weltgegenden durch Schalthiere belebt gewesen, die wenigstens theilweise, wie man heute bestimmt weiß, identisch mit den in Europa fossilen waren. Leopold von Buch hat aus der südlichen Hemisphäre (Vulkan Maypo in Chili) Exogyren und Trigonien, d'Orbigny hat aus dem Himalaya-Gebirge und den indischen Ebenen von Cutsch Ammoniten und Gryphaeen bezeichnet, der Art nach genau identisch mit denen, welche aus dem alten Jurameer in Deutschland und Frankreich abgesetzt worden sind.

Gebirgsschichten, ausgezeichnet durch bestimmte Arten der Petrefacte oder durch bestimmte Geschiebe, die sie enthalten, bilden einen geognostischen Horizont, nach welchem der forschende Geognost, wo er zweifelhaft bleibt, sich orientiren kann, und dessen Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). Wenn man so den Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung auffassen will, so folgen von unten nach oben:

1) das sogenannte Uebergangs-Gebirge in den zwei Abtheilungen unterer und oberer Grauwacke (silurischer und devonischer Schichten), letztere vormals als alter rother Sandstein bezeichnet;

2) die untere Trias‡), als Bergkalk, Steinkohlengebirge sammt Todtliegendem, und Zechstein;

3) die obere Trias, als bunter Sandstein‖), Muschelkalk und Keuper;

4) der Jurakalk (Lias und Oolithen);

5) Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen;

6) Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Sub-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden.

Im Schuttlande folgen dann die riesenmäßigen Knochen vorweltlicher Säugethiere: Mastodonten, Dinotherium, Missurium, und die Megatheriden, unter denen Owen's faulthier-artiger Mylodon 11 Fuß Länge erreicht. Zu diesen vorweltlichen Geschlechtern gesellen sich die fossilen Reste jetzt lebender Thiere: Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd, und Hirsch. Das mit Mastodonten-Knochen überfüllte Feld bei Bogota (Campo de Gigantes), in dem ich sorgfältig graben ließ ¶), liegt 8200 Fuß über dem Meeresspiegel; und in den Hochebenen von Mexico gehören die gefundenen Gebein- untergegangenen Arten wahrer Elephanten an. So wie die, gewiß zu sehr ungleichen Epochen gehobene Andeskette, enthalten auch die Vorgebirge des Himalaya (die Sewalik-Hügel, welche der Capitän Cautley und Dr. Falconer so eifrig durchsucht haben) neben den zahlreichen Mastodonten, dem Sivatherium und der riesenhaften, 12 Fuß langen und 6 Fuß hohen Landschildkröte der

---

*) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. aus dem J. 1830 S. 135—187.

†) Quenstedt, Flözgebirge Würtembergs 1843 S. 123.

‡) Derselbe S. 13.

‖) Murchison theilt den bunten Sandstein in zwei Abtheilungen, deren obere der Trias von Alberti verbleibt, während er aus der unteren, zu welcher der Vogesen-Sandstein von Elie de Beaumont gehört, mit dem Rothstein und Todtliegenden sein permisches System bildet. Mit der oberen Trias, d. h. mit der oberen Abtheilung unseres bunten Sandsteins, beginnen ihm erst die secundären Formationen; das permische System, der Kohlenkalk oder Bergkalk, die devonischen und silurischen Schichten sind ihm paläozoische Gebilde. Nach diesen Ansichten heißen Kreide und Jura die oberen, Keuper, Muschelkalk und der bunte Sandstein die unteren secundären Formationen; das permische System und der Kohlenkalk heißen das obere, die devonischen und silurischen Schichten zusammen das untere paläozoische Gebilde. Die Fundamente dieser allgemeinen Classification finden sich in dem großen Werke entwickelt, in welchem der unermüdete britische Geognost einen großen Theil des ganzen östlichen Europa's darstellen wird.

¶) Cuvier, Ossemens fossiles 1821 T. I. p. 157, 261 und 264. (Vergl. Humboldt über die Hochebene von Bogota in der Deutschen Vierteljahrs-Schrift 1839 Bd. I. S. 117.)

Vorwelt (Colossochelys) Geschlechter unserer Zeit: Elephanten, Rhinoceros und Giraffen; ja, was sehr zu beachten ist, in einer Zone, die heute noch dasselbe tropische Klima genießt, welches man zur Zeit der Mastodonten vermuthen darf*).

Nachdem wir die anorganischen Bildungsstufen der Erdrinde mit den thierischen Resten verglichen haben, welche in derselben begraben liegen, bleibt uns noch übrig einen andern Theil der Geschichte des organischen Lebens zu berühren: den der Vegetations-Epochen, der mit der zunehmenden Größe des trocknen Landes und den Modificationen der Atmosphäre wechselnden Floren. Die ältesten Transitionsschichten zeigen, wie schon oben bemerkt, nur zellige Laubpflanzen des Meeres. Erst in den devonischen Schichten hat man von Gefäßpflanzen einige kryptogamische Formen (Calamiten und Lycopodiaceen) beobachtet†). Nichts scheint zu beweisen, wie man aus theoretischen Ansichten über Einfachheit der ersten Lebensformen hat annehmen wollen, daß das vegetabilische Leben früher als das animalische auf der alten Erde erwacht sei, daß dieses durch jenes bedingt sei. Selbst die Existenz von Menschenstämmen, welche in die eisige Gegend der nordischen Polarländer zurückgedrängt worden sind und allein von Fischfang und Cetaceen leben, mahnt uns an die Möglichkeit der Entbehrung alles Pflanzenstoffes. Nach den devonischen Schichten und dem Bergkalk erscheint ein Gebilde, dessen botanische Zergliederung in der neuesten Zeit so glänzende Fortschritte gemacht hat‡). Die Steinkohlen-Formation umfaßt nicht bloß farnartige cryptogamische Gewächse und phanerogamische Monocotylen (Gräser, yucca-artige Liliengewächse und Palmen), sie enthält auch gymnosperme Dicotyledonen (Coniferen und Cycadeen). Fast 400 Arten sind schon aus der Flor der Steinkohlengebilde bekannt. Wir nennen hier nur die baumartigen Calamiten und Lycopodiaceen, schuppige Lepidodendreen, Sigillarien, bis zu 60 Fuß Länge und bisweilen aufwärts stehend eingewurzelt, und ausgezeichnet durch ein doppeltes Gefäßbündel-System; cactus-ähnliche Stigmarien, eine Unzahl von Farnkräutern, theils als Stämme, theils als Wedel, und durch ihre Menge die noch ganz insuläre Gestalt||) des trockenen Landes andeutend; Cycadeen¶), und besonders Palmen**), in geringer Zahl, Asterophylliten mit quirlförmigen Blättern, den Najaden verwandt, araucarien-artige Coniferen††) mit schwachen Andeutungen von Jahresringen. Die Verschiedenartigkeit des Charakters einer Vegetation, welche auf den trockengelegten und gehobenen Theilen des alten rothen Sandsteins sich üppig entwickelt hat, von der Pflanzenwelt der jetzigen Zeit erhält sich auch in der späteren Vegetationsperiode bis zu den letzten Schichten der Kreide; aber bei großer Fremdartigkeit der Formen zeigt die Steinkohlen-Flora doch eine sehr auffallende einförmige‡‡) Verbreitung derselben Geschlechter (wenn auch nicht immer derselben Arten) in allen Theilen der damaligen Erdoberfläche: in Neu-Holland, Canada, Grönland und Melville's Insel.

Die Vegetation der Vorwelt bietet vorzugsweise solche Gestalten dar, welche durch gleichzeitige Verwandtschaft mit mehreren Familien der jetzigen Welt daran erinnern, daß mit ihr

*) Journal of the Asiatic Society 1844 No. 15 p. 109.

†) Beyrich in Karsten's Archiv für Mineralogie 1844 Bd. XVIII. S. 218.

‡) Durch die trefflichen Arbeiten vom Grafen Sternberg, von Adolph Brongniart, Göppert und Lindley.

||) S. Robert Brown, Botany of Congo p. 42, und den unglücklichen d'Urville in dem Memoire: De la distribution des Fougères sur la surface du globe terrestre.

¶) Dahin gehören die vom Grafen Sternberg entdeckten und von Corda beschriebenen Cycadeen aus der alten Steinkohlenformation zu Radnitz in Böhmen (2 Arten Cycadites und Zamites Cordai; s. Göppert, fossile Cycadeen in den Arbeiten der Schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur im J. 1843 S. 33, 37, 40 und 50). Auch in der oberschlesischen Steinkohlen-Formation zu Königshütte ist eine Cycadee, Pterophyllum gonorrhachis Goepp., gefunden worden.

**) Lindley, Fossil Flora No. 15 p. 163.

††) Fossil Coniferae in Buckland, Geology p. 483—490. Herr Witham hat das große Verdienst, die Existenz der Coniferen in der frühen Vegetation des alten Steinkohlengebildes zuerst erkannt zu haben. Vormals wurden fast alle in dieser Formation vorkommenden Holzstämme als Palmen beschrieben. Die Arten des Geschlechts Araucarites sind aber nicht der Steinkohlenformation der britischen Inseln allein eigenthümlich, sie finden sich auch in Oberschlesien.

‡‡) Adolph Brongniart, Prodrome d'une Hist. des Végétaux fossiles p. 179; Buckland, Geology p. 479; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 455.

viele Zwischenglieder organischer Entwickelungsstufen untergegangen sind. So stehen, um nur zwei Beispiele anzuführen, die Arten von Lepidodendron nach Lindley zwischen den Coniferen und den Lycopoditen*), dahingegen die Araucariten und Piniten in der Vereinigung der Gefäßbündel etwas fremdartiges zeigen. Bleibt aber auch unsere Betrachtung allein auf die Jetztwelt beschränkt, so ist die Auffindung von Cycadeen und Zapfenbäumen (Coniferen) in der alten Steinkohlen-Flora neben den Sagenarien und dem Lepidodendron doch von großer Bedeutsamkeit. Die Coniferen haben nämlich nicht bloß Verwandtschaft mit den Cupuliferen und den Betulineen, welchen wir sie in der Braunkohlen-Formation beigesellt sehen, sie haben sie auch mit den Lycopoditen. Die Familie der sagu-artigen Cycadeen nähert sich im äußeren Ansehen den Palmen, während sie im Bau der Blüthen und Saamen wesentlich mit den Coniferen übereinstimmt†). Wo mehrere Steinkohlenflöze über einander liegen, sind die Geschlechter und Arten nicht immer gemengt, sondern meist geschlechterweise geordnet: so daß Lycopoditen und gewisse Farnkräuter sich nur in einem Flöze, und Stigmarien und Sigillarien in einem anderen finden. Um sich von der Ueppigkeit des Pflanzenwuchses der Vorwelt und von der durch Strömungen angehäuften Masse des gewiß‡) auf nassem Wege in Kohle verwandelten vegetabilischen Stoffes einen Begriff zu machen, muß man sich erinnern, daß in dem Saarbrücker Kohlengebirge 120 Kohlenlagen über einander liegen, die vielen schwachen, bis gegen einen Fuß dicken, ungerechnet; daß es Kohlenflöze von 30, ja zu Johnstone (Schottland) und im Creuzot (Burgund) von mehr als 50 Fuß Mächtigkeit giebt: Während in der Waldregion unserer gemäßigten Zone die Kohle, welche die Waldbäume eines gegebenen Flächenraums enthalten, diesen Raum in 100 Jahren im Durchschnitt nur mit einer Schicht von 7 Linien Dicke bedecken würde||). Nahe der Mündung des Mississippi und in den vom Admiral Wrangel beschriebenen sogenannten hölzernen Bergen des sibirischen Eismeeres findet sich noch jetzt eine solche Zahl von Baumstämmen durch Flußverzweigungen und Meeresströme zusammengetrieben, daß die Schichten des Treibholzes an die Vorgänge mahnen können, welche in den Binnenwassern und Inselbuchten der Vorwelt die Erzeugung der Steinkohlenablagerungen veranlaßten. Dazu verdanken diese Ablagerungen gewiß einen beträchtlichen Theil ihres Materials nicht den großen Baumstämmen, sondern kleinen Gräsern, Laubkräutern und niedrigen Cryptogamen.

Die Zusammenstellung von Palmen und Coniferen, die wir bereits in dem Steinkohlengebilde bezeichnet haben, geht fort fast durch alle Formationen bis tief in die Tertiär-Periode. In der jetzigen Welt scheinen sie sich eher zu fliehen. Wir haben uns, wenn gleich mit Unrecht, so gewöhnt, alle Coniferen als eine nordische Form zu betrachten: daß ich selbst, von den Küsten der Südsee nach Chilpansingo und den Hochthälern von Mexico aufsteigend, in Erstaunen gerieth, als ich zwischen der Venta de la Moxonera und dem Alto de los Caxones (3800 Fuß über dem Meeresspiegel) einen ganzen Tag durch einen dichten

*) „By means of Lepidodendron a better passage is established from Flowering to Flowerless Plants than by either Equisetum or Cycas or any other known genus." Lindley und Hutton, Fossil Flora Vol. II. p. 53.

†) Kunth, Anordnung der Pflanzenfamilien in seinem Handb. der Botanik S. 307 und 314.

‡) Daß Steinkohlen nicht durch Feuer verkohlte Pflanzenreste sind, sondern sich wahrscheinlich auf nassem Wege, unter Mitwirkung von Schwefelsäure, gebildet haben, beweist auffallend, nach Göppert's scharfsinniger Beobachtung (Karsten, Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 530), ein Stück in schwarze Kohle verwandelten Bernsteinbaumes. Die Kohle liegt dicht neben dem ganz unzersetzten Bernstein. Ueber den Antheil, den niedrige Gewächse an der Bildung der Kohlenflöze haben können, s. Link in den Abhandl. der Berliner Akademie der Wissenschaften 1838 S. 38.

||) S. die genaue Arbeit von Chevandier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1844. T. XVIII. P. 1. p. 285. Um die 7 Linien dicke Schicht Kohlenstoff mit den Steinkohlenflözen zu vergleichen, muß man noch auf den ungeheuren Druck Rücksicht nehmen, welchen diese Flöze von dem darüber liegenden Gestein erleiden und welcher sich meist in der abgeplatteten Gestalt der unterirdischen Baumstämme offenbart. „Die sogenannten hölzernen Berge an dem südlichen Ufer der 1806 von Sirowatskoi entdeckten Insel Neu-Sibirien bestehen nach Hedenström in einer Höhe von 30 Faden aus horizontalen Schichten von Sandstein, die mit bituminösen Baumstämmen abwechseln. Auf dem Gipfel der Berge stehen die Stämme senkrecht. Die Schicht voll Treibholz ist 5 Werste lang sichtbar." Wrangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. I. S. 102.

eine Vermuthung aufzustellen, die dem alten Granit einen Theil der bedrohten Rechte und den Ruhm der Uranfänglichkeit wiedergiebt.

Die neueren Fortschritte der Geognosie, d. i. die erweiterte Kenntniß von den geognostischen Epochen, welche durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsformationen, durch die Eigenthümlichkeit und Reihefolge der Organismen, die sie enthalten, durch die Lagerung (Aufrichtung oder ungestörte Horizontalität der Schichten) charakterisirt werden; leiten uns, dem inneren Causalzusammenhang der Erscheinungen folgend, auf die räumliche Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere, welche die Oberfläche unsers Planeten bilden. Wir deuten hier auf einen Verbindungspunkt zwischen der erdgeschichtlichen und der geographischen Geognosie, auf die Totalbetrachtung der Gestalt und Gliederung der Continente. Die Umgrenzung des Starren durch das Flüssige, das Areal-Verhältniß des einen zum anderen ist sehr verschieden gewesen in der langen Reihefolge der geognostischen Epochen: je nachdem Steinkohlenschichten sich horizontal an die aufgerichteten Schichten von Bergkalk und alten rothen Sandstein; Lias und Jura sich an das Gestade von Keuper und Muschelkalk; Kreide sich an die Abhänge von Grünsand und Jurakalk sedimentarisch angelehnt haben. Nennt man nun mit Elie de Beaumont Jura- und Kreide-Meere die Wasser, unter denen sich Jurakalk und Kreide schlammartig niederschlagen, so bezeichnen die Umrisse der eben genannten Formationen für zwei Epochen die Grenze zwischen dem noch steinbildenden Ocean und der schon trockengelegten Feste. Man hat den sinnreichen Gedanken gehabt, Carten für diesen physischen Theil der alten Geographie zu entwerfen: Carten, die vielleicht sicherer sind als die der Wanderungen der Io oder der homerischen Geographie. Die letzteren stellen Meinungen, mythische Gebilde graphisch dar; die ersteren Thatsachen der positiven Formationslehre.

Das Resultat der Untersuchungen über die Raumverhältnisse des trocknen Areals ist: daß in den frühesten Zeiten, in der silurischen und devonischen Transitions-Epoche, wie in der ersten Flözzeit, über die Trias hinaus, der continentale, mit Landpflanzen bedeckte Boden auf einzelne Inseln beschränkt war; daß diese Inseln sich in späteren Epochen mit einander vereinigten und längs tiefeingeschnittener Meerbusen viele Landseen umschlossen; daß endlich, als die Gebirgsketten der Pyrenäen, der Apenninen, und die Karpathen emporstiegen, also gegen die Zeit der älteren Tertiärschichten, große Continente fast schon in ihrer jetzigen Größe erschienen. In der silurischen Welt, wie in der Epoche der Cycaden-Fülle und riesenartiger Saurier mochte, von Pol zu Pol, des trocknen Landes wohl weniger sein als zu unsrer Zeit in der Südsee und in dem indischen Meere. Wie diese überwiegende Wassermenge in Gemeinschaft mit anderen Ursachen zur Erhöhung der Temperatur und zu größerer Gleichmäßigkeit der Klimate beigetragen hat, wird später entwickelt werden. Hier muß nur noch in der Betrachtung der allmäligen Vergrößerung (Agglutination) der gehobenen trocknen Erdstriche bemerkt werden, daß kurz vor den Umwälzungen, welche, nach kürzeren oder längeren Pausen, in der Diluvial-Periode den plötzlichen Untergang so vieler riesenartigen Wirbelthiere herbeigeführt haben, ein Theil der jetzigen Continentalmassen doch schon vollkommen von einander getrennt waren. Es herrscht in Südamerika und in den Australländern eine große Aehnlichkeit zwischen den dort lebenden und den untergegangenen Thieren. In Neu-Holland hat man fossile Reste von Känguruh, in Neu-Seeland halbfossile Knochen eines ungeheuren straußartigen Vogels, Owen's Dinornis, entdeckt, welcher nahe mit der jetzigen Apterys, wenig aber mit dem erst spät untergegangenen Dronte (Dodo) von der Insel Rodriguez verwandt ist.

Die derzeitige Gestaltung der Continente verdankt vielleicht großentheils ihre Hebung über dem umgebenden Wasserspiegel der Eruption der Quarzporphyre: einer Eruption, welche die erste große Landflor, das Material des Steinkohlengebirges, so gewaltsam erschüttert hat. Was wir Flachland der Continente nennen, sind aber nur die breiten Rücken

von Hügeln und Gebirgen, deren Fuß in dem Meeresboden liegt. Jedes Flachland ist nach seinen submarinischen Verhältnissen eine Hochebene, deren Unebenheiten durch neue Sedimentformationen in horizontaler Lage abgesetzt, wie durch angeschwemmtes Schuttland verdeckt werden.

Unter den allgemeinen Betrachtungen, die in ein Naturgemälde gehören, nimmt den ersten Rang ein die Quantität der über dem Meeresspiegel hervorragenden und gehobenen Feste; dieser Bestimmung des räumlichen Maaßes folgt dann die Betrachtung der individuellen Gestaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältnisse) oder in senkrechter Erhebung (hypsometrische Verhältnisse der Gebirgsketten). Unser Planet hat zwei Umhüllungen: eine allgemeine, den Luftkreis, als elastische Flüssigkeit; und eine particuläre, nur local verbreitete, die Feste umgrenzende und dadurch ihre Figur bedingende, das Meer. Beide Umhüllungen des Planeten, Luft und Meer, bilden ein Naturganzes, welches der Erdoberfläche die Verschiedenheit der Klimate giebt: nach Maaßgabe der relativen Ausdehnung von Meer und Land, der Gliederung und Orientirung der Feste, der Richtung und Höhe der Gebirgsketten. Aus dieser Kenntniß der gegenseitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergiebt sich, daß große meteorologische Phänomene, von geognostischen Betrachtungen getrennt, nicht verstanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erst begonnen einige Fortschritte zu machen, seitdem man sich von der gegenseitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erscheinungen überzeugt hat. Das Wort Klima bezeichnet allerdings zuerst eine specifische Beschaffenheit des Luftkreises; aber diese Beschaffenheit ist abhängig von dem perpetuirlichen Zusammenwirken einer all- und tiefbewegten, durch Strömungen von ganz entgegengesetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmestrahlenden trocknen Erde, die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt ist.

In dem jetzigen Zustande der Oberfläche unsers Planeten verhält sich das Areal der feste zu dem des Flüssigen wie 1 zu $2^4/_5$ (nach Rigaud *) wie 100 : 270). Die Inseln bilden dermalen kaum $^1/_{13}$ der Continentalmassen. Letztere sind so ungleich vertheilt, daß sie auf der nördlichen Halbkugel dreimal so viel Land darbieten als auf der südlichen. Die südliche Hemisphäre ist also recht eigentlich vorherrschend oceanisch. Von 40° südlicher Breite an gegen den antarctischen Pol hin ist die Erdrinde fast ganz mit Wasser bedeckt. Eben so vorherrschend, und nur von sparsamen Inselgruppen unterbrochen, ist das flüssige Element zwischen der Ostküste der Alten und der Westküste der Neuen Welt. Der gelehrte hydrograph Fleurieu hat dieses weite Meerbecken mit Recht zum Unterschiede aller anderen Meere den Großen Ocean genannt. Es nimmt derselbe unter den Wendekreisen einen Raum von 145 Längengraden ein. Die südliche und westliche Hemisphäre (westlich vom Meridian von Teneriffa aus gerechnet) sind also die wasserreichsten Regionen der ganzen Erdoberfläche.

Dies sind die Hauptmomente der Betrachtung über die relative Quantität des Festlandes und der Meere; ein Verhältniß, das auf die Vertheilung der Temperatur, den veränderten Luftdruck, die Windesrichtung und den, die Vegetationskraft wesentlich bestimmenden Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre so mächtig einwirkt. Wenn man bedenkt, daß fast $^3/_4$ der Oberfläche †) des Planeten mit Wasser bedeckt sind, so ist man minder verwundert über den unvollkommenen Zustand der Meteorologie bis zu dem Anfange des jetzigen

*) Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. VI. P. 2. 1837 p. 297. Nach Anderen zu 100 : 284.

†) Im Mittelalter herrschte die Meinung, daß die Meere nur den siebenten Theil der Erdoberfläche bedeckten; jene Meinung, welche der Cardinal d'Ailly (Imago Mundi cap. 8) auf das apokryphische 4te Buch Esra gründete. Columbus, der seine cosmologischen Kenntnisse immer aus den Werken des Cardinals schöpfte, hatte ein großes Interesse, diese Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverstandene Ausdruck des „Flusses Ocean" beitrug, zu vertheidigen. Vergl. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 186.

Jahrhunderts: einer Epoche, in welcher zuerst eine beträchtliche Masse genauer Beobachtungen über die Temperatur des Meeres unter verschiedenen Breiten und in verschiedenen Jahreszeiten erlangt und numerisch mit einander verglichen wurden.

Die horizontale Gestaltung des Festlandes in seinen allgemeinsten Verhältnissen der Ausdehnung ist schon in frühen Zeiten des griechischen Alterthums ein Gegenstand sinnreicher Betrachtungen gewesen. Man suchte das Maximum der Ausdehnung von Westen nach Osten, und Dicäarchus nach dem Zeugniß des Agathemerus fand es in der Breite von Rhodos, in der Richtung von den Säulen des Hercules bis Thinä. Das ist die Linie, welche man den Parallel des Diaphragma des Dicäarchus nannte und über deren astronomische Richtigkeit der Lage, die ich an einem andern Orte untersucht, man mit Recht erstaunen muß*). Strabo, wahrscheinlich durch Eratosthenes geleitet, scheint so überzeugt gewesen zu sein, daß dieser Parallel von 36°, als Maximum der Ausdehnung in der ihm bekannten Welt, einen inneren Grund der Erdgestaltung habe, daß er das Festland, welches er prophetisch in der nördlichen Halbkugel zwischen Iberien und der Küste von Thinä vermuthete, ebenfalls unter diesem Breitengrade verkündigte†).

Wenn, wie wir schon oben bemerkt, auf der einen Halbkugel der Erde (man mag dieselbe durch den Aequator oder durch den Meridian von Teneriffa halbiren) beträchtlich mehr Land sich über den Meeresspiegel erhoben hat als auf der entgegengesetzten; so haben die beiden großen Ländermassen, wahre vom Ocean auf allen Seiten umgebene Inseln, welche wir die östliche und westliche Feste, den alten und neuen Continent nennen, neben dem auffallendsten Contraste der Totalgestaltung oder vielmehr der Orientirung ihrer größten Axen doch im einzelnen manche Aehnlichkeit der Configuration, besonders der räumlichen Beziehungen zwischen den einander gegenüberstehenden Küsten. In der östlichen Feste ist die vorherrschende Richtung, die Lage der langen Axe, von Osten gegen Westen (bestimmter von Südwest gen Nordost), in der westlichen Feste aber von Süden nach Norden, meridianartig (bestimmter von SSO nach NNW). Beide Ländermassen sind im Norden in der Richtung eines Breiten-Parallels (meist in dem von 70°) abgeschnitten; im Süden laufen sie in pyramidale Spitzen aus, meist mit submariner Verlängerung in Inseln und Bänken. Dies bezeugen der Archipel von Tierra del Fuego, die Lagullas-Bank südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemens Land, durch die Baß-Straße von Neu-Holland (Australien) getrennt. Das nördliche asiatische Gestade übersteigt im Cap Taimura (78° 16′ nach Krusenstern) den obengenannten Parallel, während es von der Mündung des großen Tschukotschja-Flusses an östlich gegen die Berings-Straße hin im östlichsten Vorgebirge Asiens, in Cook's Ostcap, nur 66° 8′ nach Beechey erreicht‡). Das nördliche Ufer des neuen Continents folgt ziemlich genau dem Parallelkreis von 70°, da südlich und nördlich von der Barrow-Straße, von Boothia Felix und Victoria-Land alles Land nur abgesonderte Inseln sind.

Die pyramidale Gestaltung aller südlichen Endspitzen der Continente gehört unter die similitudines physicae in configuratione Mundi, auf welche schon Baco von Verulam im Neuen Organon aufmerksam machte und an die Cook's Begleiter auf der zweiten Weltumseglung, Reinhold Forster, scharfsinnige Betrachtungen geknüpft hat. Wenn man von dem Meridian von Teneriffa sich gegen Osten wendet, so sieht man die Endspitzen der drei Continente, nämlich die Südspitzen von Afrika (als dem Extrem der ganzen Alten Welt), von Australien und von Südamerika, stufenweise sich dem Südpol mehr nähern. Das volle 12 Breitengrade lange Neu-Seeland bildet sehr regelmäßig ein Zwischenglied zwischen Australien und Südamerika, ebenfalls mit einer Insel (Neu-Leinster) endigend.

*) Agathemeros in Hudson, Geographi minores T. II. p. 4. Vergl. Humboldt, Asie centr. T. I. p. 120, 125.

†) Strabo lib. I. p. 65 Casaub. Vergl. Humboldt, Examen crit. T. I. p. 152.

‡) Vergl. über die mittlere Breite der nordasiatischen Küste und die wahre Benennung der Vorgebirge Taimura (Cap Siewero—Wostotschnoi) und Cap Nord-Ost (Schalagskoi Mys) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 35 und 37.

Eine merkwürdige Erſcheinung iſt noch, daß faſt ganz unter denſelben Meridianen, unter welchen in der Ländermaſſe des Alten Continents ſich die größte Ausdehnung gegen Süden zeigt, auch die nördlichen Geſtade am höchſten gegen den Nordpol vordringen. Dies ergiebt ſich aus der Vergleichung des Vorgebirges der guten Hoffnung und der Bank Lagullas mit dem europäiſchen Nordcap, der Halbinſel Malacca mit dem ſibiriſchen Cap Taimura*). Ob feſtes Land die beiden Erdpole umgürtet oder ob die Pole nur von einem Eismeere umfloſſen, mit Flözlagen von Eis (erſtarrtem Waſſer) bedeckt ſind, wiſſen wir nicht. An dem Nordpol iſt man bis 82° 55′ Breite, an dem Südpol nur bis zu dem Parallel von 78° 10′ gelangt.

So wie die großen Ländermaſſen pyramidal enden, ſo wiederholt ſich dieſe Geſtaltung auch mannigfaltig im Kleinen: nicht bloß im indiſchen Ocean (Halbinſeln von Arabien, Hinduſtan und Malacca), ſondern auch, wie ſchon Eratoſthenes und Polybius bemerkten, im Mittelmeer, wo ſie die iberiſche, italiſche und helleniſche mit einander ſinnig verglichen haben†). Europa, mit einem Areal fünfmal kleiner als das von Aſien, iſt gleichſam nur eine weſtliche vielgegliederte Halbinſel des aſiatiſchen, faſt ungegliederten Welttheils; auch beweiſen die klimatiſchen Verhältniſſe Europa's, daß es ſich zu Aſien verhält wie die peninſulare Bretagne zum übrigen Frankreich‡). Wie die Gliederung eines Continents, die höhere Entwicklung ſeiner Form zugleich auf die Geſittung und den ganzen Culturzuſtand der Völker wirkt, bemerkt ſchon Strabo‖), indem er unſeres kleinen Welttheils „vielgeſtaltete Form" als einen beſondern Vorzug preiſt. Afrika¶) und Südamerika, die ohnedies ſo viel Aehnlichkeit in ihrer Configuration zeigen, ſind unter allen großen Ländermaſſen diejenigen, welche die einfachſte Küſtenform haben. Nur das öſtliche Littoral von Aſien bietet, wie von der öſtlichen Meeresſtrömung**) zertrümmert (fractas ex aequore terras), eine mannigfaltige, geſtaltenreiche Form dar. Halbinſeln und nahe Eilande wechſeln dort mit einander vom Aequator an bis 60° Breite.

Unſer atlantiſche Ocean trägt alle Spuren einer Thalbildung. Es iſt als hätten fluthende Waſſer den Stoß erſt gegen Nordoſt, dann gegen Nordweſt, und dann wiederum nordöſtlich gerichtet. Der Parallelismus der Küſten nördlich von 10° ſüdl. Breite an, die vor- und einſpringenden Winkel, die Converität von Braſilien dem Golf von Guinea gegenüber, die Converität von Afrika unter einerlei Breiten mit dem antilliſchen Meerbuſen ſprechen für dieſe gewagt ſcheinende Anſicht††). Hier im atlantiſchen Thale, wie faſt überall in der Geſtaltung großer Ländermaſſen, ſtehen eingeſchnittene und inſelreiche Ufer den uneingeſchnittenen entgegen. Ich habe längſt darauf aufmerkſam gemacht, wie geogno-

*) Eben daſelbſt T. I. p. 198—200. Auch die Südſpitze von Amerika ſammt dem Archipelagus, welchen wir das Feuerland nennen, liegt im Meridian des nördlichſten Theils der Baffinsbay und des großen noch unbegrenzten Polarlandes, das vielleicht zu West-Grönland gehört.

†) Strabo lib. II. p. 92 und 108 Casaub.

‡) Humboldt, Asie centrale T. III. p. 25. Ich habe ſchon früh (1817) in meinem Werke De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium auf jene für Klimatologie und Menſchengeſittung gleich wichtigen Unterſchiede gegliederter und ungegliederter Continente aufmerkſam gemacht: „Regiones vel per sinus lunatos in longa eorum porrectas, angulosis litterum recessibus quasi membratim discerptae, vel spatia patentia in immensum, quorum littora nullis incisa angulis ambit sine anfractu Oceanus" (p. 81 und 182). Ueber das Verhältniß der Küſtenlängen zum Areal eines Continents (gleichſam das Maß der Zugänglichkeit des Innern) ſ. die Unterſuchungen in Bergbaus Annalen der Erdkunde Bd. XII. 1835 S. 490 und Phyſikal. Atlas 1839 No. III. S. 69.

‖) Strabo lib. II. p. 126 Casaub.

¶) Von Afrika ſagt ſchon Plinius (V, 1): Nec alia pars terrarum paucioribus recipit sinus. Auch die kleine indiſche Halbinſel dieſſeits des Ganges bildet als Dreieck eine dritte ſehr analoge Form dar. Im griechiſchen Alterthume herrſchten Meinungen von einer regelmäßigen Geſtaltung der Feſten. Es ſollte vier Buſen geben, unter denen der perſiſche dem hyrcaniſchen (d. i. dem caſpiſchen Meere) gegenüber geſtellt wird (Arrian VII, 16; Plut. in vita Alexandri cap. 44; Dionyſ. Perieg. v. 48 und 630 pag. 11 und 38 Bernh.). Die vier Buſen und die Landengen ſollen ſich ſogar, nach den optiſchen Phantaſien des Ageſinar, auf der Mondſcheibe abſpiegeln (Plut. de Facie in orbe lunae p. 921, 19.) Ueber die terra quadrifida oder die vier Feſtlande, deren zwei nördlich und zwei ſüdlich vom Aequator liegen, ſ. Macrobius, Comm. in Somnium Scipionis II, 9. Ich habe dieſen Theil der alten Geographie, über welchen viel Verwirrung herrſcht, einer neuen und ſorgfältigen Prüfung unterworfen im Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 119, 145, 180—185, wie in Asie centr. T. II. p. 172—178.

**) Fleurieu im Voyage de Marchand autour du Monde T. IV. p. 38—42.

††) Humboldt im Journal de Physique T. LVII, 1799 p. 33 und Rel. hist. T. II. p. 19, T. III. p. 189 und 198.

ſtiſch denkwürdig auch die Vergleichung der Weſtküſten von Afrika und Südamerika in der Tropenzone ſei. Die buſenförmige Einbeugung des afrikaniſchen Geſtades bei Fernando Po (4°½ nördlicher Breite) wiederholt ſich in dem Südſee-Geſtade unter 18°¼ ſüdlicher Breite in dem Wendepunkt bei Arica, wo (zwiſchen dem Valle de Arica und dem Morro de Juan Diaz) die peruaniſche Küſte plötzlich ihre Richtung von Süden nach Norden in eine nordweſtliche verwandelt. Dieſe Veränderung der Richtung erſtreckt ſich in gleichem Maaße auf die in zwei Paralleljöcher getheilte hohe Andeskette: nicht bloß auf die dem Littoral*) nahe, ſondern auch auf die öſtliche, den früheſten Sitz menſchlicher Cultur im ſüdamerikaniſchen Hochlande, wo das kleine Alpenmeer von Titicaca von den Bergcoloſſen des Sorata und Illimani begrenzt wird. Weiter gegen Süden, von Valdivia und Chiloe an (40° bis 42° ſüdl. Br.) durch den Archipel de los Chonos bis zum Feuerlande, findet ſich die ſeltene Fiordbildung wiederholt (das Gewirre ſchmaler tief eindringender Buſen), welche in der nördlichen Hemiſphäre die Weſtküſten von Norwegen und Schottland charakteriſirt.

Dies ſind die allgemeinſten Betrachtungen über die dermalige Geſtaltung der Continente (die Ausdehnung des Feſtlandes in horizontaler Richtung), wie ſie der Anblick der Oberfläche unſres Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatſachen zuſammengeſtellt, Analogien der Form in entfernten Erdſtrichen, die wir nicht Geſetze der Form zu nennen wagen. Wenn man an dem Abhange eines noch thätigen Vulkans, z. B. am Veſuv, die nicht ungewöhnliche Erſcheinung partieller Hebungen beachtet, in denen kleine Theile des Bodens, vor einem Ausbruch oder während deſſelben, ihr Niveau um mehrere Fuße bleibend verändern und dachförmige Gräten oder flache Erhöhungen bilden; ſo erkennt der Wanderer, wie von geringfügigen Zufällen der Kraftintenſität unterirdiſcher Dämpfe und der Größe des zu überwindenden Widerſtandes es abhangen muß, daß die gehobenen Theile dieſe oder jene Form und Richtung annehmen. Eben ſo mögen geringe Störungen des Gleichgewichts im Inneren unſres Planeten die hebenden elaſtiſchen Kräfte beſtimmt haben mehr gegen die nördliche als gegen die ſüdliche Erdhälfte zu wirken, das Feſtland in der öſtlichen Erdhälfte als eine breite zuſammenhangende Maſſe mit der Hauptare faſt dem Aequator parallel, in der weſtlichen, mehr oceaniſchen Hälfte ſchmal und meridianartig aufzutreiben.

Ueber den Cauſalzuſammenhang ſolcher großen Begebenheiten der Länderbildung, der Aehnlichkeit und des Contraſtes in der Geſtaltung, iſt wenig empiriſch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Urſach unterirdiſch iſt; daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entſtanden, ſondern, wie wir ſchon oben bemerkt, von der Epoche der ſiluriſchen Formation (neptuniſchen Abſcheidung) bis zu den Tertiärſchichten nach mannigfaltigen oſcillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens ſich allmälig vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zuſammengeſchmolzen iſt. Die dermalige Geſtaltung iſt das Product zweier Urſachen, die auf einander folgend gewirkt haben: einmal einer unterirdiſchen Kraftäußerung, deren Maaß und Richtung wir zufällig nennen, weil wir ſie nicht zu beſtimmen vermögen, weil ſie ſich für unſern Verſtand dem Kreiſe der Nothwendigkeit entziehen; zweitens der auf der Oberfläche wirkenden Potenzen, unter denen vulkaniſche Ausbrüche, Erdbeben, Entſtehung von Bergketten und Meeresſtrömungen die Hauptrolle geſpielt haben. Wie ganz anders würde der Temperatur-Zuſtand der Erde, und mit ihm der Zuſtand der Vegetation, des Ackerbaues und der menſchlichen Geſellſchaft ſein, wenn die Hauptare des Neuen Continents einerlei Richtung

*) Humboldt in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XL. S. 171. Ueber die merkwürdige Fiordbildung an dem Südoſt-Ende von Amerika ſ. Darwin, Journal (Narrative of the voyages of the Adventure and Beagle Vol. III.) 1839 p. 266. Der Parallelismus der beiden Bergketten erhält ſich von 5° ſüdlicher bis 5° nördlicher Breite. Die Wendung der Richtung der Küſte bei Arica ſcheint die Folge des veränderten Streichens der Gangkluft (Spalte) zu ſein, auf welcher die Cordillera de los Andes aufgeſtiegen iſt.

mit der des Alten hätte; wenn die Andeskette, ſtatt meridianartig, von Oſten nach Weſten aufgeſtiegen wäre; wenn ſüdlich von Europa kein feſtes wärmeſtrahlendes Tropenland (Afrika) läge; wenn das Mittelmeer, das einſt mit dem caſpiſchen und rothen Meere zuſammenhing und ein ſo weſentliches Beförderungsmittel der Völkergeſittung geworden iſt, nicht exiſtirte; wenn ſein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardiſchen und cyrenaiſchen Ebene gehoben worden wäre!

Die Veränderungen des gegenſeitigen Höhen-Verhältniſſes der flüſſigen und ſtarren Theile der Erdoberfläche (Veränderungen, welche zugleich die Umriſſe der Continente beſtimmen, mehr niedriges Land trocken legen oder daſſelbe überfluthen) ſind mannigfaltigen ungleichzeitig wirkenden Urſachen zuzuſchreiben. Die mächtigſten ſind ohnſtreitig geweſen: die Kraft der elaſtiſchen Dämpfe, welche das Innere der Erde einſchließt; die plötzliche Temperatur-Veränderung*) mächtiger Gebirgsſchichten; der ungleiche ſeculäre Wärmeverluſt der Erdrinde und des Erdkernes, welcher eine Faltung (Runzelung) der ſtarren Oberfläche bewirkt; örtliche Modificationen der Anziehungskraft†) und durch dieſelben hervorgebrachte veränderte Krümmung einer Portion des flüſſigen Elements. Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine ſcheinbare, der Geſtalt der Oberfläche des Meeres zugehörige ſei, ſcheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Anſicht der Geognoſten, aus der langen Beobachtung zuſammenhangender Thatſachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkaniſcher Erſcheinungen zu folgen. Auch das Verdienſt dieſer Anſicht gehört Leopold von Buch, der ſie in ſeiner denkwürdigen, in den Jahren 1806 und 1807 vollbrachten Reiſe durch Norwegen und Schweden‡) ausſprach, wodurch ſie zuerſt in die Wiſſenſchaft eingeführt ward. Während die ganze ſchwediſche und finnländiſche Küſte von der Grenze des nördlichen Schonens (Sölvitsborg) über Geifle bis Torneo, und von Torneo bis Abo ſich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß), ſinkt nach Nilſon das ſüdliche Schweden||). Das Maximum der hebenden Kraft ſcheint im nördlichen Lapland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Calmar und Sölvitsborg allmälig ab. Linien des alten Meeresniveau's aus vorhiſtoriſchen Zeiten ſind in ganz Norwegen¶) vom Cap Lindesnäs bis zum äußerſten Nordcap durch Muſchelbänke des jetzigen Meeres bezeichnet, und neuerlichſt von Bravais während

*) De la Beche, Sections and Views illustrative of Geological Phenomena 1830 Tab. 40; Charles Babbage, Observations on the Temple of Serapis at Pozzuoli near Naples and on certain causes which may produce Geological Cycles of great extent 1834. „Eine Sandſteinſchicht von 5 engl. Meilen Dicke wird, wenn ſie ſich um 100° Fahr. erwärmt, in ihrer Oberfläche um 25 Fuß ſteigen. Erhitzte Lettenſchichten müſſen dagegen durch Contraction ein Sinken des Bodens hervorbringen." Vergl. die Berechnungen für das ſäculäre Steigen von Schweden, unter der Vorausſetzung der geringen Zunahme von 3° Réaum. in einer 140000 Fuß dicken zu Schmelzhitze erwärmten Schicht, in Biſchof, Wärmelehre des Innern unſeres Erdkörpers S. 801.

†) „Die (bisher ſo ſicher ſcheinende) Vorausſetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Meſſungspunkte iſt durch die neuen Erfahrungen über die langſame Erhebung großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unſicher geworden." Beſſel über Maaß und Gewicht in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 134.

‡) Ib. II. (1810) S. 389. Vergl. Hallſtröm in Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar Stockh. 1823 p. 69; Lyell in den Philos. Transact. for 1835 p. 1; Blom (Amtmann in Budskerud), Stat. Beſchr. von Norwegen 1843 S. 89—116. Wenn, nicht vor Leopold von Buch Reiſe nach Scandinavien, ſondern vor der Herausgabe dieſes Werkes, ſchon Playfair 1802 in den Illustrations of the Huttonian Theory § 393, und Keilhau (Om Landjordens Stigning in Norge in dem Nyt Magazin for Naturvidenskaberne) erinnert, vor Playfair der Däne Jeſſen ebenfalls ſchon die Vermuthung geäußert hat, daß nicht das Meer ſinke, ſondern das feſte Land von Schweden ſich erhebe; ſo ſind dieſe Aeußerungen unſerm großen Geognoſten gänzlich unbekannt geblieben und haben keinen Einfluß auf die Fortſchritte der phyſiſchen Erdbeſchreibung ausgeübt. Jeſſen hat in ſeinem Werke Kongeriget Norge fremſtillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjöbenh. 1763, die Urſachen der Veränderung des Niveau-Verhältniſſes des Meeres zur Höhe der Küſten nach den alten Angaben von Celſius, Kalm und Dalin zu ergründen geſucht. Er äußert verworrene Ideen über die Möglichkeit eines inneren Wachſens und Zunehmens der Steine (des felſigen Bodens), erklärt ſich aber zuletzt doch für Erhebung des Landes als Folge von Erdbeben. „Obgleich," ſagt er, „gleich nach dem Erdbeben (bei Egerſund) keine ſolche Erhebung bemerkt worden iſt, ſo konnte doch dadurch anderen Urſachen die Gelegenheit dazu eröffnet worden ſein."

||) Berzelius, Jahresbericht über die Fortſchritte der phyſiſchen Wiſſ. No. 18. S. 686. Die Inſeln Saltholm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm ſteigen aber ſehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß in einem Jahrhundert. S. Forchhammer im Philos. Magazine Series III. Vol. II. p. 309.

¶) Keilhau im Nyt Mag. for Naturvid. 1832 Bd. I. p. 105—254, Bd. II. p. 57; Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la Mer 1843 p. 15—40. Vergl. auch Darwin on the Parallel roads of Glen-Roy and Lochaber in den Philos. Transact. for 1839 p. 60.

des langen winterlichen Aufenthalts in Boſekop auf das genauſte gemeſſen worden. Sie liegen bis 600 Fuß hoch über dem jetzigen mittleren Meeresſtande, und erſcheinen nach Keilhau und Eugen Robert auch dem Nordcap gegenüber (in NNW) an den Küſten von Spitzbergen. Leopold von Buch, der am früheſten auf die hohe Muſchelbank bei Tromſoe (Breite 69° 40′) aufmerkſam gemacht, hat aber ſchon gezeigt, daß die älteren Hebungen am nordiſchen Meere zu einer anderen Claſſe von Erſcheinungen gehören als das ſanfte (nicht plötzliche oder ruckweiſe) Aufſteigen des ſchwediſchen Littorals im bothniſchen Meerbuſen. Die letztere, durch ſichere hiſtoriſche Zeugniſſe wohl bewährte Erſcheinung darf ebenfalls nicht mit der Niveauveränderung des Bodens bei Erdbeben (wie an den Küſten von Chili und Cutſch) verwechſelt werden. Sie hat ganz neuerlichſt zu ähnlichen Beobachtungen in anderen Ländern Veranlaſſung gegeben. Dem Aufſteigen entſpricht bisweilen als Folge der Faltung der Erdſchichten ein bemerkbares Sinken; ſo in Weſt-Grönland (nach Pingel und Graah), in Dalmatien und in Schonen.

Wenn man es für überaus wahrſcheinlich hält, daß im Jugendalter unſeres Planeten die oſcillirende Bewegungen des Bodens, die Hebung und Senkung der Oberfläche intenſiver als jetzt waren; ſo darf man weniger erſtaunt ſein im Inneren der Continente ſelbſt noch einzelne Theile der Erdoberfläche zu finden, welche tiefer als der dermalige, überall gleiche Meeresſpiegel liegen. Beiſpiele dieſer Art bieten dar die vom General Andreoſſy beſchriebenen Natron-Seen, die kleinen bittern Seen in der Landenge von Suez, das caſpiſche Meer, der See Tiberias und vor allem das todte Meer*). Das Niveau der Waſſer in den beiden letzten Seen iſt 625 und 1230 Fuß niedriger als der Waſſerſpiegel des mittelländiſchen Meeres. Wenn man das Schuttland, welches die Steinſchichten in ſo vielen ebenen Gegenden der Erde bedeckt, plötzlich wegnehmen könnte, ſo würde ſich offenbaren, wie viele Theile der felſigen Erdoberfläche auch dermalen tiefer liegen als der jetzige Meeresſpiegel. Das periodiſche, wenn gleich unregelmäßig wechſelnde Steigen und Fallen der Waſſer des caſpiſchen Meeres, wovon ich ſelbſt in dem nördlichen Theile dieſes Beckens deutliche Spuren geſehen, ſcheint zu beweiſen†), wie die Beobachtungen von Darwin in den Corallen-Meeren‡), daß, ohne eigentliches Erdbeben, der Erdboden noch jetzt derſelben ſanften und fortſchreitenden Oſcillationen fähig iſt, welche in der Urzeit, als die Dicke der ſchon erhärteten Erdrinde geringer war, ſehr allgemein geweſen ſind.

Die Erſcheinungen, auf welche wir hier die Aufmerkſamkeit heften, mahnen an die Unbeſtändigkeit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, an die Veränderungen, denen nach langen Zeit-Intervallen der Umriß und die Geſtaltung der Continente ſehr wahrſcheinlich unterworfen ſind. Was für die nächſten Menſchenalter kaum bemerkbar iſt, häuft ſich in Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maaß giebt.

---

*) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 319–324, T. III. p. 549—551. Die Depreſſion des todten Meeres iſt nach und nach ergründet worden durch die barometriſchen Meſſungen von Graf Bertou, durch die weit ſorgfältigeren von Rußegger, und durch die trigonometriſche Meſſung des engliſchen Schiffs-Lieutenants Symond. Die letztere gab, nach einem Briefe, den Herr Alderſon an die geographiſche Geſellſchaft zu London richtete und den mir mein Freund, der Capitän Waſhington, mitgetheilt, — 1506 Fuß für den Unterſchied des Waſſerſpiegels des todten Meeres und des höchſten Hauſes in Jaffa. Herr Alderſon glaubte damals (28. Nov. 1841), das todte Meer liege ohngefähr 1314 Fuß unter dem Niveau des mittelländiſchen Meeres. In einer neueren Mittheilung des Lieutenant Symond (Jameſon's Edinb. New Philos. Journal Vol. XXXIV. 1843 p. 178) wird als Endreſultat zweier ſehr mit einander übereinſtimmender trigonometriſchen Operationen die Zahl 1231 Fuß (immer Pariſer Maaß) angegeben.

†) Sur la Mobilité du fond de la Mer Caspienne in meiner Asie centr. T. II. p. 283—294. Auf meine Aufforderung hat die kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften zu St. Petersburg 1830 bei Baku auf der Halbinſel Abſcheron durch den gelehrten Phyſiker Lenz feſte Marken (Zeichen, den mittleren Waſſerſtand zu einer beſtimmten Epoche angebend) an verſchiedenen Punkten eingraben laſſen. Auch habe ich 1839 in einem der Nachträge zu der Inſtruction, welche dem Capitän Roß für die antarctiſche Expedition ertheilt ward, darauf gedrungen, daß überall an Felſen in der ſüdlichen Hemiſphäre, wo ſich dazu Gelegenheit fände, Marken, wie in Schweden und am caſpiſchen Meere eingegraben werden möchten. Wäre dies ſchon in den älteſten Reiſen von Bougainville und Cook geſchehen, ſo würden wir jetzt wiſſen: ob die ſeculäre relative Höhenveränderung von Meer und Land ein allgemeines oder nur ein örtliches Naturphänomen ſei; ob ein Geſetz der Richtung in den Punkten erkannt werden kann, die gleichzeitig ſteigen oder ſinken.

‡) Ueber das Sinken und Steigen des Bodens der Südſee und die verſchiedenen areas of alternate movements ſ. Darwin's Journal p. 557 und 561—566.

Seit 8000 Jahren ist vielleicht das östliche Ufer der scandinavischen Halbinsel um 320 Fuß gestiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmäßig ist, Theile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinsel nahe liegen und heute noch mit einer Wasserschicht von beinahe 50 Brassen Dicke bedeckt sind, an die Oberfläche kommen und anfangen trocken zu liegen. Was ist aber die Kürze dieser Zeiten gegen die Länge der geognostischen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Schaaren untergegangener, ganz verschiedenartiger Organismen uns offenbaren! Wie wir hier nur das Phänomen der Hebung betrachten, so können wir, auf die Analogien beobachteter Thatsachen gestützt, in gleichem Maaße auch die Möglichkeit des Sinkens, der Depression ganzer Landstriche annehmen. Die mittlere Höhe des nicht gebirgigen Theils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuß. Mit älteren geognostischen Perioden verglichen, in denen größere Veränderungen im Innern des Erdkörpers vorgingen, gehört also eben nicht eine sehr lange Zeit dazu, um sich beträchtliche Theile vom nordwestlichen Europa bleibend überschwemmt, in ihren Littoral-Umrissen wesentlich anders gestaltet zu denken, als sie es dermalen sind.

Sinken und Steigen des Festen oder des Flüssigen — in ihrem einseitigen Wirken so entgegengesetzt, daß das Steigen des einen das scheinbare Sinken des andern hervorruft — sind die Ursach aller Gestaltveränderungen der Continente. In einem allgemeinen Naturgemälde, bei einer freien, nicht einseitigen Begründung der Erscheinungen in der Natur muß daher wenigstens auch der Möglichkeit einer Wasserverminderung, eines wirklichen Sinkens des Meeresspiegels Erwähnung geschehen. Daß bei der ehemaligen erhöhten Temperatur der Erdoberfläche, bei der größeren, wasserverschluckenden Zerklüftung derselben, bei einer ganz anderen Beschaffenheit der Atmosphäre einst große Veränderungen im Niveau der Meere statt gefunden haben, welche von der Zu- oder Abnahme des Tropfbar-Flüssigen auf der Erde abhingen: ist wohl keinem Zweifel unterworfen. In dem dermaligen Zustande unsres Planeten fehlt es aber bisher gänzlich an directen Beweisen für eine reelle, fortdauernde Ab- oder Zunahme des Meeres; es fehlt auch an Beweisen für allmälige Veränderungen der mittleren Barometerhöhe im Niveau der Meere an denselben Beobachtungspunkten. Nach Daussy's und Antonio Nobile's Erfahrungen würde Vermehrung der Barometerhöhe ohnedies von selbst eine Erniedrigung des Wasserspiegels hervorbringen. Da aber der mittlere Druck der Atmosphäre im Niveau des Oceans aus meteorologischen Ursachen der Windesrichtung und Feuchtigkeit nicht unter allen Breiten derselbe ist, so würde das Barometer allein nicht einen sicheren Zeugen der Niveauveränderung des Tropfbar-Flüssigen abgeben. Die denkwürdigen Erfahrungen, nach denen im Anfange dieses Jahrhunderts wiederholt einige Häfen des Mittelmeeres viele Stunden lang ganz trocken lagen, scheinen zu beweisen, daß in ihrer Richtung und Stärke veränderte Meeresströmungen, ohne wirkliche Wasserverminderung, ohne eine allgemeine Depression des ganzen Oceans, ein örtliches Zurücktreten des Meeres und ein permanentes Trockenlegen von einem kleinen Theile des Littorals veranlassen können. Bei den Kenntnissen, die wir neuerlichst von diesen verwickelten Erscheinungen erlangt haben, muß man sehr vorsichtig in ihrer Deutung sein: da leicht einem der „alten Elemente", dem Wasser, zugeschrieben wird, was zwei anderen, der Erde oder der Luft, angehört.

Wie die Gestaltung der Continente, die wir bisher in ihrer horizontalen Ausdehnung geschildert haben, durch äußere Gliederung, d. i. vielfach eingeschnittene Küsten-Umrisse, einen wohlthätigen Einfluß auf das Klima, den Handel und die Fortschritte der Cultur ausübt; so giebt es auch eine Art der inneren Gliederung durch senkrechte Erhebung des Bodens (Bergzüge und Hochebenen), welche nicht minder wichtige Folgen hat. Alles, was auf der Oberfläche des Planeten, dem Wohnsitze des Menschengeschlechts, Abwechselung der Formen und Vielgestaltung (Polymorphie) erzeugt (neben den Bergketten große Seen, Grassteppen, selbst Wüsten, von Waldgegenden küsten-

artig umgeben), prägt dem Völkerleben einen eigenthümlichen Charakter ein. Schneebedeckte Hochmaſſen hindern den Verkehr; aber ein Gemiſch von niedrigeren abgeſonderten Gebirgsgliedern*) und Tiefländern, wie ſo glücklich ſie das weſtliche und ſüdliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologiſchen Proceſſe, wie die Producte des Pflanzenreichs; es erzeugt auch, weil dann jedem Erdſtrich, ſelbſt unter denſelben Breitengraden, andre Culturen angehören, Bedürfniſſe, deren Befriedigung die Thätigkeit der Einwohner anregt. So haben die furchtbaren Umwälzungen, welche in Folge einer Wirkung des Inneren gegen das Aeußere durch plötzliches Aufrichten eines Theils der oxydirten Erdrinde das Emporſteigen mächtiger Gebirgsketten veranlaßten, dazu gedient, nach Wiederherſtellung der Ruhe, nach dem Wiedererwachen ſchlummernder Organismen den Feſten beider Erdhälften einen ſchönen Reichthum individueller Bildungen zu verleihen, ihnen wenigſtens dem größeren Theile nach die öde Einförmigkeit zu nehmen, welche verarmend auf die phyſiſchen und intellectuellen Kräfte der Menſchen einwirkt.

Jedem Syſteme†) dieſer Bergketten iſt nach den großartigen Anſichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewieſen, daß das Aufſteigen der Bergkette nothwendig zwiſchen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuß der Berge ſich horizontal erſtreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtungen der Schichten), welche von gleichem geognoſtiſchen Alter ſind, ſcheinen ſich dazu einer und derſelben Richtung anzuſchließen. Die Streichungslinie der aufgerichteten Schichten iſt nicht immer der Axe der Ketten parallel, ſondern durchſchneidet bisweilen dieſelbe: ſo daß dann, meiner Anſicht nach‡), das Phänomen der Aufrichtung der Schichten, die man ſelbſt in der angrenzenden Ebene wiederholt findet, älter ſein muß als die Hebung der Kette. Die Hauptrichtung des ganzen Feſtlandes von Europa (Südweſt gen Nordoſt) iſt den großen Erdſpalten entgegengeſetzt, welche ſich (Nordweſt gen Südoſt) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das adriatiſche und rothe Meer, wie durch das Bergſyſtem des Putſchi-Koh in Luriſtan, nach dem perſiſchen Meerbuſen und dem indiſchen Ocean hinziehen. Ein ſolches faſt rechtwinkliges Durchkreuzen geodäſiſcher Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältniſſe von Europa mit Aſien und dem nordweſtlichen Afrika, wie auf den Gang der Civiliſation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeeres‖).

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Zeugen großer Erdrevolutionen, als Grenzſcheiden der Klimate, als Waſſer-Vertheiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unſere Einbildungskraft beſchäftigen; ſo iſt es um ſo nothwendiger, durch eine richtige numeriſche Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im Ganzen die Quantität der gehobenen Maſſen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder iſt. Die Maſſe der Pyrenäen z. B., einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Baſis, welche ſie bedeckt, durch genaue Meſſungen bekannt ſind, würde, auf das Areal von Frankreich geſtreut, letzteres Land nur um 108 Fuß erhöhen. Die Maſſe der öſtlichen und weſtlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß vermehren. Durch eine mühevolle Arbeit¶), die aber ihrer Natur nach nur

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 232—234. Vergl. auch die ſcharfſinnigen Bemerkungen über Erdgeſtaltung und Lage der Höhenzüge in Albrechts von Roon Grundzügen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Abth. I. 1837 S. 158, 270 und 276.

†) Leop. von Buch über die geognoſtiſchen Syſteme von Deutſchland in ſeinen Geogn. Briefen an Alexander von Humboldt 1824 S. 265—271; Elie de Beaumont, Recherches sur les Révolutions de la Surface du Globe 1829 p. 297—307.

‡) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 277—283. Siehe auch mein Essai sur le Gisement des Roches 1822 p. 57 und Relat. hist. T. III. p. 244—250.

‖) Asie centrale T. I. p. 284—286. Das adriatiſche Meer folgt auch der Richtung SO—NW.

¶) De la hauteur moyenne des continents in Asie centrale T. I. p. 82—90 und 165—189. Die Reſultate, welche ich erhalten, ſind als Grenz-Zahlen (nombres-limites) zu betrachten. Laplace hat die mittlere Höhe der Continente zu 3078 Fuß, alſo wenigſtens um das Dreifache zu hoch, angeſchlagen. Der unſterbliche Geometer (Mécanique céleste T. V. p. 14) ward zu dieſer Annahme durch Hypotheſen über die mittlere Tiefe des Meeres veranlaßt. Ich habe gezeigt (Asie centr. T. I. p. 93), wie ſchon die Alexandriniſchen Mathematiker nach dem Zeugniß des Plutarchus (in Aemi-

eine obere Grenze, d. i. eine Zahl giebt, welche wohl kleiner, aber nicht größer sein kann, habe ich gefunden, daß der Schwerpunkt des Volums der über dem jetzigen Meeresspiegel gehobenen Länder in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Asien und Südamerika 1062 und 1080 Fuß hoch liegt. Diese Schätzungen bezeichnen die Niedrigkeit der nördlichen Regionen: die großen Steppen des Flachlandes von Sibirien werden durch die ungeheure Anschwellung des asiatischen Bodens zwischen den Breitengraden von 28°½ bis 40°, zwischen dem Himalaya, dem nordtübetischen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge, compensirt. Man liest gewissermaßen in den gefundenen Zahlen, wo die plutonischen Mächte des inneren Erdkörpers am stärksten in der Hebung der Continentalmassen gewirkt haben.

Nichts kann uns Sicherheit geben, daß jene plutonischen Mächte im Lauf kommender Jahrhunderte den von Elie de Beaumont bisher aufgezählten Bergsystemen verschiedenen Alters und verschiedener Richtung nicht neue hinzufügen werden. Warum sollte die Erdrinde schon die Eigenschaft sich zu falten verloren haben? Die fast zuletzt hervorgetretenen Gebirgssysteme der Alpen und der Andeskette haben im Montblanc und Monte Rosa, im Sorata, Illimani und Chimboraza Colosse gehoben, welche eben nicht auf eine Abnahme in der Intensität der unterirdischen Kräfte schließen lassen. Alle geognostische Phänomene deuten auf periodische Wechsel von Thätigkeit und Ruhe*). Die Ruhe, die wir genießen, ist nur eine scheinbare. Das Erbeben, welches die Oberfläche unter allen Himmelsstrichen, in jeglicher Art des Gesteins erschüttert, das aufsteigende Schweden, die Entstehung neuer Ausbruch-Inseln zeugen eben nicht für ein stilles Erdenleben.

Die beiden Umhüllungen der starren Oberfläche unsres Planeten, die tropfbar-flüssige und die luftförmige, bieten, neben den Contrasten, welche aus der großen Verschiedenheit ihres Aggregat- und Elasticitätszustandes entstehen, auch, wegen der Verschiebbarkeit der Theile, durch ihre Strömungen und ihre Temperatur-Verhältnisse, mannigfaltige Analogien dar. Die Tiefe des Oceans und des Luftmeeres sind uns beide unbekannt. Im Ocean hat man an einigen Punkten, unter den Tropen, in einer Tiefe von 25300 Fuß (mehr als einer geographischen Meile) noch keinen Grund gefunden; im letzteren, falls es, wie Wollaston will, begrenzt und also wellenschlagend ist, läßt das Phänomen der Dämmerung auf eine wenigstens neunmal größere Tiefe schließen. Das Luftmeer ruht theils auf der festen Erde, deren Bergketten und Hochebenen, wie wir schon oben bemerkt, als grüne, waldbewachsene Untiefen aufsteigen, theils auf dem Ocean, dessen Oberfläche den beweglichen Boden bildet, auf dem die unteren dichteren, wassergetränkten Luftschichten gelagert sind.

Von der Grenze beider, des Luftmeeres und des Oceans, an aufwärts und abwärts sind Luft- und Wasserschichten bestimmten Gesetzen der Wärmeabnahme unterworfen. In dem Luftmeer ist diese Wärmeabnahme um vieles langsamer als im Ocean. Das Meer hat unter allen Zonen eine Tendenz, die Wärme seiner Oberfläche in den der Luft nächsten Wasserschichten zu bewahren, da die erkalteten Theile als die schwereren hinabsteigen. Eine große Reihe sorgfältiger Temperaturbeobachtungen lehrt, daß in dem gewöhnlichen und mittleren Zustande seiner Oberfläche der Ocean, vom Aequator an bis 48° nördlicher und südlicher Breite, etwas wärmer ist als die zunächst liegenden Luftschichten†). Wegen der mit der Tiefe abnehmenden Temperatur können Fische und andere Bewohner des Meeres, die vielleicht wegen der Natur ihrer Kiemen- und Hautrespiration tiefe Wasser lieben, selbst unter den Wendekreisen nach Willkühr die niedrige Temperatur, das kühle Klima finden, welche ihnen in höheren Breiten unter der gemäßigten und kalten Zone vor-

---

to Paulo cap. 15) diese Meerestiefe durch die Höhe der Berge bedingt glaubten. Die Höhe des Schwerpunkts des Volums der Continental-Massen ist in dem Lauf der Jahrtausende wahrscheinlich kleinen Veränderungen unterworfen.

*) Zweiter geologischer Brief von Elie de Beaumont an Alexander von Humboldt in Poggendorff's Annalen Bd. XXV. S. 1—58.

†) Humboldt, Relation hist. T. III. chap. XXIX p. 514—530.

zugsweise zusagten. Dieser Umstand, analog der milden, ja selbst kalten Alpenluft auf den Hochebenen der heißen Zone, übt einen wesentlichen Einfluß aus auf die Migration und die geographische Verbreitung vieler Seethiere. Die Tiefe, in der die Fische leben, modificirt durch vermehrten Druck gleichmäßig ihre Hautrespiration und den Sauer- und Stickstoff-Gehalt der Schwimmblase.

Da süßes und salziges Wasser nicht bei derselben Temperatur das Maximum ihrer Dichtigkeit erreichen und der Salzgehalt des Meeres den Thermometergrad der größten Dichtigkeit herabzieht, so hat man in den Reisen von Kotzebue und Dupetit-Thouars aus den pelagischen Abgründen Wasser schöpfen können, welche die niedrige Temperatur von 2°,8 und 2°,5 hatten. Diese eisige Temperatur des Meerwassers herrscht auch in der Tiefe der Tropenmeere, und ihre Existenz hat zuerst auf die Kenntniß der unteren Polarströme geleitet, die von den beiden Polen gegen den Aequator hin gerichtet sind. Ohne diese unterseeische Zuströmung würden die Tropenmeere in jenen Abgründen nur diejenige Temperatur haben können, welche dem Maximum der Kälte gleich ist, die örtlich die herabsinkenden Wassertheilchen an der wärmestrahlenden und durch Luftcontact erkälteten Oberfläche im Tropenklima erlangen. In dem mittelländischen Meere wird, wie Arago scharfsinnig bemerkt, die große Erkältung der unteren Wasserschichten bloß darum nicht gefunden, weil das Eindringen des tiefen Polarstromes in die Straße von Gibraltar, wo an der Oberfläche das atlantische Meer von Westen gen Osten einströmt, durch eine ost-westliche untere Gegenströmung des mittelländischen Meeres in den atlantischen Ocean gehindert wird.

Die, im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbar-flüssige Umhüllung unsers Planeten zeigt da, wo sie nicht von pelagischen Strömen kalter und warmer Wasser durchfurcht wird, fern von den Küsten in der Tropenzone, besonders zwischen 10° nördlicher und 10° südlicher Breite, in Strecken, die Tausende von Quadratmeilen einnehmen, eine bewundernswürdige Gleichheit und Beständigkeit der Temperatur *). Man hat daher mit Recht gesagt †), daß eine genaue und lange fortgesetzte Ergründung dieser thermischen Verhältnisse der Tropenmeere uns auf die einfachste Weise über das große, vielfach bestrittene Problem der Constanz der Klimate und der Erdwärme unterrichten könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenscheibe würden sich demnach, wenn sie von langer Dauer wären, gleichsam in der veränderten mittleren Meereswärme, sicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feste, reflectiren. Die Zonen, in welchen die Maxima der Dichte (des Salzgehaltes) und der Temperatur liegen, fallen nicht mit dem Aequator zusammen. Beide Maxima sind von einander getrennt, und die wärmsten Wasser scheinen zwei nicht ganz parallele Banden nördlich und südlich vom geographischen Aequator zu bilden. Das Maximum des Salzgehaltes fand Lenz, auf seiner Reise um die Erde, im stillen Meere in 22° nördlicher und 17° südlicher Breite. Wenige Grade südlich von der Linie lag sogar die Zone des geringsten Salzgehaltes. In den Regionen der Windstille kann die Sonnenwärme wenig die Verdunstung befördern, weil eine mit Salzdunst geschwängerte Luftschicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche des Meeres ruhet.

Die Oberfläche aller mit einander zusammenhangenden Meere muß im allgemeinen

---

*) Siehe die Reihe meiner Beobachtungen in der Südsee von 0° 5′ bis 13° 16′ nördlicher Breite in Asie centr. T. III. p. 354.

†) On pourra (par la température de l'Océan sous les tropiques) attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécise, la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, du dessèchement des lacs et des marais. Chaque siècle, en léguant aux siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur donnera le moyen peut-être le plus simple, le plus exact et le plus direct de décider si le soleil, aujourd'hui source première, à peu près exclusive de la chaleur de notre globe, change de constitution physique et d'éclat, comme la plupart des étoiles, ou si au contraire cet astre est arrivé à un état permanent. Arago in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XI. P. 2. p. 309.

hinſichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen in Niveau ſtehend betrachtet werden. Oertliche Urſachen (wahrſcheinlich herrſchende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tiefeingeſchnittenen Buſen, z. B. im rothen Meere, permanente, wenn gleich geringe Verſchiedenheit des Niveau's hervorgebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Waſſer über denen des Mittelmeers zu verſchiedener Tagesſtunde 24 und 30 Fuß. Die Form des Canals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indiſchen Waſſer leichter ein- als ausſtrömen können, ſcheint zu dieſer merkwürdigen permanenten, ſchon im Alterthum bekannten Erhöhung der Oberfläche des rothen Meeres mit beizutragen*). Die vortrefflichen geodätiſchen Operationen von Coraboeuf und Delcros zeigen längs der Kette der Pyrenäen wie zwiſchen den Küſten von Nord-Holland und Marſeille keine bemerkbare Verſchiedenheit der Gleichgewichts-Oberfläche des Oceans und des Mittelmeeres†).

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Waſſer ſind: theils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig, und Wellen erzeugend, die fern von den Küſten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß Höhe anſteigen; theils regelmäßig und periodiſch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Monds bewirkt (Ebbe und Fluth); theils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagiſche Strömung. Die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und ſehr eingeſchloſſenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), ſind durch die Newton'ſche Naturlehre vollſtändig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt.“ Jede dieſer periodiſch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwaſſers iſt etwas länger als ein halber Tag. Wenn ſie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fußen betragen, ſo ſteigen ſie als Folge der Configuration der Küſten, die ſich der kommenden Fluthwelle entgegenſetzen, in St. Malo zu 50, in Acadien zu 65 bis 70 Fuß. „Unter der Vorausſetzung, daß die Tiefe des Meeres vergleichungsweiſe mit dem Halbmeſſer der Erde nicht bedeutend ſei, hat die Analyſe des großen Geometers Laplace bewieſen, wie die Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres fordere, daß die Dichte ſeiner Flüſſigkeit kleiner ſei als die mittlere Dichte der Erde. In der That iſt die letztere, wie wir oben geſehen, fünfmal ſo groß als die des Waſſers. Das hohe Land kann alſo nie überfluthet werden, und die auf den Gebirgen gefundenen Ueberreſte von Seethieren können keinesweges durch ehemals höhere Fluthen (durch die Stellung der Sonne und des Mondes veranlaßt) in dieſe Lage gekommen ſein‡).“ Es iſt kein geringes Verdienſt der Analyſe, die in den unwiſſenſchaftlichen Kreiſen des ſogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verſchmäht wird, daß Laplace's vollendete Theorie der Ebbe und Fluth es möglich gemacht hat in unſern aſtronomiſchen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluthen vorherzuverkündigen und ſo die Küſtenbewohner auf die eintretende, beſonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerkſam zu machen.

Oceaniſche Strömungen, die einen ſo wichtigen Einfluß auf den Verkehr der Nationen

*) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 321 und 327.

†) S. die numeriſchen Reſultate a. a. O. T. II. p. 326—333. Durch das geodätiſche Nivellement, welches auf meine Bitte mein vieljähriger Freund, der General Bolmer, durch Lloyd und Falmare hat in den Jahren 1828 und 1829 ausführen laſſen, iſt erwieſen, daß die Südſee höchſtens 3½ Fuß höher als das antilliſche Meer liegt, ja daß zu verſchiedenen Stunden der relativen Ebbe und Fluthzeit bald das eine, bald das andere Meer das niedere iſt. Wenn man bedenkt, daß in einer Länge von 16 Meilen und bei 933 Einſtellungen des geſtrichten Niveau's in eben ſo vielen Stationen man ſich leicht um eine halbe Toiſe habe irren können, ſo findet man hier einen neuen Beweis des Gleichgewichts der von das Cap Horn ſtrömenden Waſſer (Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1831 p. 319). Ich hatte durch Barometermeſſungen, die ich in den Jahren 1799 und 1804 anſtellte, ſchon zu erkennen geglaubt, daß, wenn ein Unterſchied zwiſchen dem Niveau der Südſee und des antilliſchen Meeres vorhanden wäre, derſelbe nicht über 3 Meter (9 Fuß 3 Zoll) betragen könne. S. meine Relat. hist. T. III. p. 555—557, und Annales de Chimie T. I. p. 55—64. Die Meſſungen, welche den hohen Stand der Waſſer im Golf von Mexico und in dem nördlichſten Theile des adriatiſchen Meeres durch Verbindung der trigonometriſchen Operationen von Delcros und Choppin mit denen der ſchweizeriſchen und öſtreichiſchen Ingenieurs beweiſen ſollen, ſind vielem Zweifel unterworfen. Es iſt trotz der Form des adriatiſchen Meeres unwahrſcheinlich, daß der Waſſerſpiegel in ſeinem nördlichſten Theile faſt 26 Fuß höher als der Waſſerſpiegel des Mittelmeers bei Marſeille und 23,4 höher als der atlantiſche Ocean ſei. S. meine Asie centrale T. II. p. 332.

‡) Beſſel über Fluth und Ebbe in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 225.

und auf die klimatiſchen Verhältniſſe der Küſten ausüben, ſind faſt gleichzeitig von einer Menge ſehr verſchiedenartiger, theils großer, theils ſcheinbar kleiner Urſachen abhängig. Dahin gehören: die um die Erde fortſchreitende Erſcheinungszeit der Ebbe und Fluth; die Dauer und Stärke der herrſchenden Winde; die durch Wärme und Salzgehalt unter verſchiedenen Breiten und Tiefen modificirte Dichte und ſpecifiſche Schwere der Waſſertheilchen*); die von Oſten nach Weſten ſucceſſiv eintretenden und unter den Tropen ſo regelmäßigen, ſtündlichen Variationen des Luftdruckes. Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauſpiel dar, daß ſie von beſtimmter Breite in verſchiedenen Richtungen das Meer flußartig durchkreuzen, während daß nahe Waſſerſchichten unbewegt gleichſam das Ufer bilden. Dieſer Unterſchied der bewegten und ruhenden Theile iſt am auffallendſten, wo lange Schichten von fortgeführtem Seetang die Schätzung der Geſchwindigkeit der Strömung erleichtern. In den unteren Schichten der Atmoſphäre bemerkt man bei Stürmen bisweilen ähnliche Erſcheinungen der begrenzten Luftſtrömung. Mitten im dichten Walde werden die Bäume nur in einem ſchmalen Längenſtreifen umgeworfen.

Die allgemeine Bewegung der Meere zwiſchen den Wendekreiſen von Oſten nach Weſten (Aequatorial- oder Rotations-Strom genannt) wird als eine Folge der fortſchreitenden Fluthzeit und der Paſſatwinde betrachtet. Sie verändert ihre Richtung durch den Widerſtand, welchen ſie an den vorliegenden öſtlichen Küſten der Continente findet. Das neue Reſultat, welches Dauſſy aus der Bewegung aufgefangener, von Reiſenden abſichtlich ausgeworfener Flaſchen geſchöpft hat, ſtimmt bis auf $^1/_{15}$ mit der Schnelligkeit der Bewegung überein (10 franzöſiſche milles marins, jede zu 952 Toiſen, alle 24 Stunden), welche ich nach der Vergleichung früherer Erfahrungen gefunden†) hatte. Schon in dem Schiffsjournal ſeiner dritten Reiſe (der erſten, in welcher er gleich im Meridian der canariſchen Inſeln in die Tropengegend zu gelangen ſuchte) ſagt Chriſtoph Columbus‡): „ich halte es für ausgemacht, daß die Meereswaſſer ſich von Oſten gen Weſten bewegen, wie der Himmel (las aguas van con los cielos);“ d. i. wie die ſcheinbare Bewegung von Sonne, Mond und allen Geſtirnen.

Die ſchmalen Ströme, wahre oceaniſche Flüſſe, welche die Weltmeere durchſtreifen, führen warme Waſſer in höhere, oder kalte Waſſer in niedere Breiten. Zu der erſten Claſſe gehört der berühmte, von Anghiera‖) und beſonders von Sir Humfrey Gilbert bereits im ſechzehnten Jahrhundert erkannte atlantiſche Golfſtrom¶): deſſen erſter Anfang und Impuls ſüdlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung zu ſuchen iſt, und der in ſeinem großen Kreislaufe aus dem Meer der Antillen und dem mexicaniſchen Meerbuſen durch die Bahama-Straße ausmündet; von Südſüdweſt gen Nordnordoſt gerichtet, ſich immer mehr und mehr von dem Littoral der Vereinigten Staaten entfernt und, bei der Bank von Neufundland oſtwärts abgelenkt, häufig tropiſche Saamen (Mimosa scandens, Guilandina bonduc, Dolichos urens) an die Küſten von Irland, von den Hebriden

*) Die relative Dichte der Waſſertheilchen hängt (was nicht ſorgfältig genug in den Unterſuchungen über die Urſach der Strömungen unterſchieden wird) gleichzeitig von der Temperatur und der Stärke des Salzgehalts ab. Der unterſeriſche Strom, welcher die kalten Polarwaſſer den Aequatorialgegenden zuführt, würde einer ganz entgegengeſetzten Richtung vom Aequator gegen die Pole folgen, wenn die Verſchiedenheit des Salzgehalts allein wirkte. In dieſer Hinſicht iſt die geographiſche Vertheilung der Temperatur und der Dichte der Waſſertheilchen unter den verſchiedenen Breiten- und Längenzonen des Weltmeers von großer Wichtigkeit. Die zahlreichen Beobachtungen von Lenz (Poggendorff's Annalen Bd. XX. 1830 S. 129) und die auf Capitän Beechey's Reiſe geſammelten (Voyage to the Pacific Vol. II. p. 727) verdienen eine beſondere Beachtung. Vergl. auch Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 74 und Asie centrale T. III. p. 356.

†) Humboldt, Relat. hist. T. I. p. 64; Nouvelles Annales des Voyages 1839 p. 255.

‡) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 100. Columbus ſetzt bald hinzu (Navarrete, Coleccion de los viages y descubrimientos de los Españoles T. I. p. 260), daß „in dem antilliſchen Meere die Bewegung am ſtärkſten iſt.“ In der That nennt jene Region Rennell (Investigation of Currents p. 23) „not a current, but a sea in motion.“

‖) Petrus Martyr de Angleria, de Rebus Oceanicis et Orbe Novo, Bas. 1523, Dec. III lib. VI p. 57. Vergl. Humboldt, Examen critique T. II. p. 254—257 und T. III. p. 108.

¶) Humboldt, Examen crit. T. II. p. 250; Relat. hist. T. I. p. 66—74.

und Norwegen wirft. Seine nordöstliche Verlängerung trägt wohlthätig zu der minderen Kälte des Seewassers und des Klima's an dem nördlichsten Cap von Scandinavien bei. Wo der warme Golfstrom sich von der Bank von Neufundland gegen Osten wendet, sendet er*) unweit der Azoren einen Arm gegen Süden. Dort liegt das Sargasso-Meer, die große Fucus-Bank, welche so lebhaft die Einbildungskraft von Christoph Columbus beschäftigte und welche Oviedo die Tang-Wiesen (Praderias de yerva) nennt. Eine Unzahl kleiner Seethiere bewohnen diese ewig grünenden, von lauen Lüften hin und her bewegten Massen von Fucus natans, einer der verbreitetsten unter den geselligen Pflanzen des Meeres.

Das Gegenstück zu diesem, fast ganz der nördlichen Hemisphäre zugehörigen Strom im atlantischen Meeresthale zwischen Afrika, Amerika und Europa bildet eine Strömung in der Südsee, deren niedrige, auch auf das Klima des Littorals bemerkbar einwirkende Temperatur ich im Herbst 1802 zuerst aufgefunden habe. Sie bringt die kalten Wasser der hohen südlichen Breiten an die Küsten von Chili, folgt den Küsten dieses Landes und denen von Peru erst von Süden gegen Norden, dann (von der Bucht bei Arica an) von Südsüdost gegen Nordnordwest. Mitten in der Tropengegend hat dieser kalte oceanische Strom zu gewissen Jahreszeiten nur 15°,6 (12°½ R.), während daß die ruhenden Wasser außerhalb des Stromes eine Temperatur von 27°,5 und 28°,7 (22—23° R.) zeigen. Wo das Littoral von Südamerika, südlich von Payta, am meisten gegen Westen vorspringt, beugt der Strom sich plötzlich in derselben Richtung von dem Lande ab, von Osten gegen Westen gewandt: so daß man, weiter nach Norden schiffend, von dem kalten Wasser plötzlich in das warme gelangt.

Man weiß nicht, wie weit die oceanischen Ströme, warme und kalte, gegen den Meeresboden hin ihre Bewegung fortpflanzen. Die Ablenkung der süd-afrikanischen Strömung durch die volle 70—80 Brassen tiefe Lagullasbank scheint eine solche Fortpflanzung zu erweisen. Sandbänke und Untiefen, außerhalb der Strömungen gelegen, sind mehrentheils nach der Entdeckung des edlen Benjamin Franklin, durch die Kälte der Wasser erkennbar, welche auf denselben ruhen. Diese Erniedrigung der Temperatur scheint mir in dem Umstande gegründet, daß durch Fortpflanzung der Bewegung des Meeres tiefe Wasser an den Rändern der Bänke aufsteigen und sich mit den oberen vermischen. Mein verewigter Freund Sir Humphry Davy dagegen schrieb die Erscheinung, von der die Seefahrer oft für die Sicherheit der Schifffahrt praktischen Nutzen ziehen könnten, dem Herabsinken der an der Oberfläche nächtlich erkalteten Wassertheilchen zu. Diese bleiben der Oberfläche näher, weil die Sandbank sie hindert in größere Tiefe herabzusinken. Das Thermometer ist durch Franklin in ein Senkblei umgewandelt. Auf den Untiefen entstehen häufig Nebel, da ihre kälteren Wasser den Dunst aus der Seeluft niederschlagen. Solche Nebel habe ich, im Süden von Jamaica und auch in der Südsee, den Umriß von Bänken scharf und fern erkennbar bezeichnen gesehen. Sie stellen sich dem Auge wie Luftbilder dar, in welchen sich die Gestaltungen des unterseeischen Bodens abspiegeln. Eine noch merkwürdigere Wirkung der wasser-erkältenden Untiefen ist die, daß sie, fast wie flache Corallen- oder Sandinseln, auch auf die höheren Luftschichten einen bemerkbaren Einfluß ausüben. Fern von allen Küsten, auf dem hohen Meere, bei sehr heiterer Luft, sieht man oft Wolken sich über die Punkte lagern, wo die Untiefen gelegen sind. Man kann dann, wie bei einem hohen Gebirge, bei einem isolirten Pic, ihre Richtung mit dem Compaß aufnehmen.

Aeußerlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Continente, bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Innern vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdraume zusammengedrängt ist. Mit Recht bemerkt in dem anmuthigen Journal seiner weiten Seereisen Charles Darwin, daß unsere Wälder nicht

*) Humboldt, Examen crit. T. III. p. 64–109.

ſo viele Thiere bergen als die niedrige Waldregion des Oceans, wo die am Boden wurzelnden Tanggeſträuche der Untiefen oder die frei ſchwimmenden, durch Wellenſchlag und Strömung losgeriſſenen Fucuszweige ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Microſcops ſteigert ſich noch mehr, und auf eine bewundernswürdige Weiſe, der Eindruck der Allbelebtheit des Oceans, das überraſchende Bewußtſein, daß überall ſich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unſerer mächtigſten Gebirgsketten überſteigen, iſt jede der auf einander gelagerten Waſſerſchichten mit polygaſtriſchen Seegewürmen, Cycliden und Ophrydinen belebt. Hier ſchwärmen, jede Welle in einen Lichtſaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältniſſe an die Oberfläche gelockt, die zahlloſe Schaar kleiner, funkelnd-blitzender Leuchtthiere, Mammarien aus der Ordnung der Acalephen, Cruſtaceen, Peridinium und kreiſende Nereidinen.

Die Fülle dieſer kleinen Thiere und des animaliſchen Stoffes, den ihre ſchnelle Zerſtörung liefert, iſt ſo unermeßlich, daß das ganze Meerwaſſer für viele größere Seegeſchöpfe eine nährende Flüſſigkeit wird. Wenn ſchon der Reichthum an belebten Formen, die Unzahl der verſchiedenartigſten microſcopiſchen und doch theilweiſe ſehr ausgebildeten Organismen die Phantaſie anmuthig beſchäftigt, ſo wird dieſe noch auf eine ernſtere, ich möchte ſagen feierlichere Weiſe angeregt durch den Anblick des Grenzenloſen und Unermeßlichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geiſtiger Selbſtthätigkeit erweckt, ſich gern eine eigene Welt im Innern bauet, den erfüllt der Schauplatz des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge feſſelt vorzugsweiſe der ferne Horizont, wo unbeſtimmt wie im Dufte Waſſer und Luft an einander grenzen, in den die Geſtirne hinabſteigen und ſich erneuern vor dem Schiffenden. Zu dem ewigen Spiel dieſes Wechſels miſcht ſich, wie überall bei der menſchlichen Freude, ein Hauch wehmüthiger Sehnſucht.

Eigenthümliche Vorliebe für das Meer, dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element, zwiſchen den Wendekreiſen, in friedlicher, nächtlicher Ruhe oder aufgeregt im Kampf der Naturkräfte gelaſſen, haben allein mich beſtimmen können, den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohlthätigen Einfluſſe zu nennen, welchen unbeſtreitbar der Contact mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerſtämme, auf die Vervielfältigung der Bande, die das ganze Menſchengeſchlecht umſchlingen ſollen, auf die Möglichkeit zur Kenntniß der Geſtaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Aſtronomie und aller mathematiſchen und phyſikaliſchen Wiſſenſchaften ausgeübt hat. Ein Theil dieſes Einfluſſes war anfangs auf das Mittelmeer und die Geſtade des ſüdweſtlichen Aſiens beſchränkt; aber von dem ſechzehnten Jahrhundert an hat er ſich weit verbreitet, und auf Völker erſtreckt, die fern vom Meere im Innern der Continente leben. Seitdem Columbus*) „den Ocean zu entfeſſeln geſandt war“ (ſo rief ihm auf ſeinem Krankenlager, im Traumgeſicht am Fluſſe Belem, eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Menſch ſich geiſtig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite, und zwar äußerſte und allgemein verbreitete Umhüllung unſeres Planeten, das Luftmeer, auf deſſen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet ſechs Claſſen der Naturerſcheinungen dar, welche den innigſten Zuſammenhang mit einander zeigen, und aus der chemiſchen Zuſammenſetzung der Atmoſphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, Polariſation und Färbung, aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Electricität entſtehen. Enthält die Luft im Sauerſtoff das erſte Element des phyſiſchen Thierlebens, ſo muß in

*) Die unbekannte Stimme ſagte ihm: „maravillosamente Dios hizo sonar tu nombre en la tierra; de los atamientos de la mar Oceana, que estaban cerrados con cadenas tan fuertes, te dió las llaves.“ Der Traum des Columbus iſt erzählt in dem Briefe an die catholiſchen Monarchen vom 7. Julius 1503 (Humboldt, Examen critique T. III. p. 234).

ihrem Daſein noch eine andere Wohlthat, man möchte ſagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft iſt die „Trägerin des Schalles“: alſo auch die Trägerin der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geſelligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmoſphäre beraubt, wie unſer Mond, ſo ſtellte er ſich uns in der Phantaſie als eine klangloſe Einöde dar.

Das Verhältniß der Stoffe, welche den uns zugänglichen Schichten des Luftkreiſes angehören, iſt ſeit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts ein Gegenſtand von Unterſuchungen geweſen, an denen Gay-Luſſac und ich einen thätigen Antheil genommen haben. Erſt ganz neuerlichſt hat durch die vortrefflichen Arbeiten von Dumas und Bouſſingault auf neuen und ſicheren Wegen die chemiſche Analyſe der Atmoſphäre einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Nach dieſer Analyſe enthält die trockene Luft im Volum 20,8 Sauerſtoff und 79,2 Stickſtoff; dazu 2 bis 5 Zehntauſendtheile Kohlenſäure, eine noch kleinere Quantität von gekohltem Waſſerſtoff*), und nach den wichtigen Verſuchen von Sauſſure und Liebig Spuren von Ammoniacal-Dämpfen †), die den Pflanzen ihre ſtickſtoffhaltige Beſtandtheile liefern. Daß der Sauerſtoffgehalt nach Verſchiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Continents um eine kleine, aber bemerkbare Menge variire, iſt durch einige Beobachtungen von Lewy wahrſcheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche microſcopiſche animaliſche Organismen in der in dem Waſſer aufgelöſten Sauerſtoffmenge hervorbringen, Veränderungen in den Luftſchichten nach ſich ziehen können, die zunächſt auf dem Waſſer ruhen ‡). In einer Höhe von 8226 Fuß (Faulhorn) war die durch Martins geſammelte Luft nicht ſauerſtoffärmer als die Luft zu Paris ||).

Die Beimiſchung des kohlenſauren Ammoniaks in der Atmoſphäre darf man wahrſcheinlich für älter halten als das Daſein der organiſchen Weſen auf der Oberfläche der Erde. Die Quellen der Kohlenſäure ¶) in dem Luftkreiſe ſind überaus mannigfaltig. Wir nennen hier zuerſt die Reſpiration der Thiere, welche den ausgehauchten Kohlenſtoff aus der vegetabiliſchen Nahrung, wie die Vegetabilien aus dem Luftkreiſe, empfangen; das Innere der Erde in der Gegend ausgebrannter Vulkane und die Thermalquellen; die Zerſetzung einer kleinen Beimiſchung gekohlten Waſſerſtoffs in der Atmoſphäre durch die in der Tropengegend ſo viel häufigere electriſche Entladung der Wolken. Außer den Stoffen, die wir ſo eben als der Atmoſphäre in allen uns zugänglichen Höhen eigenthümlich genannt haben, finden ſich noch zufällig, beſonders dem Boden nahe, andere ihr beigeſellt, welche theilweiſe als Miasmen und gasförmige Contagien auf die thieriſche Organiſation gefahrbringend wirken. Ihre chemiſche Natur iſt uns bisher nicht durch unmittelbare Zerlegung erwieſen; wir können aber, durch Betrachtung der Verweſungsproceſſe, welche perpetuirlich auf der mit Thier- und Pflanzenſtoffen bedeckten Oberfläche unſeres Planeten vorgehen, wie durch Combinationen und Analogien aus dem Gebiete der Pathologie geleitet, auf das Daſein ſolcher ſchädlichen örtlichen Beimiſchungen ſchließen. Ammoniacaliſche und andere ſtickſtoffhaltige Dämpfe, Schwefelwaſſerſtoffſäure, ja Verbindungen, die den vielbaſigen

---

*) Bouſſingault, Recherches sur la composition de l'Atmosphère in den Annales de Chimie et de Physique T. LVII. 1834 p. 171—173; derſelbe eben daſelbſt T. LXXI. 1839 p. 116. Nach Bouſſingault und Lewy oſcillirte der Kohlenſäure-Gehalt des Luftkreiſes in Andilly, alſo fern von den Ausdünſtungen der Städte, nur zwiſchen 0,00028 und 0,00031 im Volum.

†) Liebig in ſeinem wichtigen Werke: Die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie 1840 S. 64—72. Ueber Einfluß der Luftelectricität auf Erzeugung des ſalpeterſauren Ammoniaks, der ſich bei Berührung mit Kalk in kohlenſauren verwandelt, ſ. Bouſſingault, Economie rurale considérée dans ses rapports avec la Chimie et la Météorologie 1844 T. II. p. 247 und 697 (vergl. auch T. I. p. 84).

‡) Lewy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVII. P. 2. p. 235—248.

||) J. Dumas in den Annales de Chimie 3ème Série T. III. 1841 p. 257.

¶) In dieſer Aufzählung iſt des nächtlichen Aushauchens der Kohlenſäure durch die Pflanzen, indem ſie Sauerſtoff einhauchen, nicht gedacht, da dieſe Vermehrung der Kohlenſäure reichlich durch den Reſpirationsproceß der Pflanzen während des Tages erſetzt wird. Vergl. Bouſſingault, Econ. rurale T. I. p. 53 - 68; Liebig, Organiſche Chemie S. 16 und 21.

(ternären und quaternären) des Pflanzenreichs*) ähnlich sind, können Miasmen bilden, die unter mannigfaltiger Gestaltung (keineswegs bloß auf nassem Sumpfboden oder am Meeresstrande, wo er mit faulenden Mollusken oder mit niedrigen Gebüschen von Rizophora mangle und Avicennien bedeckt ist) Tertiärfieber, ja Typhus erregen. Nebel, welche einen eigenthümlichen Geruch verbreiten, erinnern uns in gewissen Jahreszeiten an jene zufälligen Beimischungen des unteren Luftkreises. Winde und der durch die Erwärmung des Bodens erregte aufsteigende Luftstrom erheben selbst feste, aber in feinen Staub zerfallene Substanzen zu beträchtlicher Höhe. Der die Luft auf einem weiten Areal trübende Staub, der um die capverdischen Inseln niederfällt und auf welchen Darwin mit Recht aufmerksam gemacht hat, enthält nach Ehrenberg's Entdeckung eine Unzahl kieselgepanzerter Infusorien.

Als Hauptzüge eines allgemeinen Naturgemäldes der Atmosphäre erkennen wir: 1) in den Veränderungen des Luftdruckes, die regelmäßigen, zwischen den Tropen so leicht bemerkbaren stündlichen Schwankungen, eine Art Ebbe und Fluth der Atmosphäre, welche nicht der Massenanziehung †) des Mondes zugeschrieben werden darf und nach der geographischen Breite, den Jahreszeiten und der Höhe des Beobachtungsortes über dem Meeresspiegel sehr verschieden ist; 2) in der klimatischen Wärmevertheilung, die Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenräume), wie der hypsometrischen Configuration der Continente, Verhältnisse, welche die geographische Lage und Krümmung der Isothermenlinien (Curven gleicher mittlerer jährlicher Temperatur) in horizontaler oder verticaler Richtung, in der Ebene oder in den über einander gelagerten Luftschichten bestimmen; 3) in der Vertheilung der Luftfeuchtigkeit, die Betrachtung der quantitativen Verhältnisse nach Verschiedenheit der festen und der oceanischen Oberfläche, der Entfernung vom Aequator und von dem Niveau des Meeres, die Formen des niedergeschlagenen Wasserdampfes und den Zusammenhang dieser Niederschläge mit den Veränderungen der Temperatur und der Richtung wie der Folge der Winde; 4) in den Verhältnissen der Luftelectricität, deren erste Quelle bei heiterem Himmel noch sehr bestritten wird, das Verhältniß der aufsteigenden Dämpfe zur electrischen Ladung und Gestalt der Wolken nach Maaßgabe der Tages- und Jahreszeit, der kalten und warmen Erdzonen, der Tief- und Hochebenen; die Frequenz und Seltenheit der Gewitter; ihre Periodicität und Ausbildung im Sommer und Winter; den Causalzusammenhang der Electricität mit dem so überaus seltenen nächtlichen Hagel, wie mit den von Peltier so scharfsinnig untersuchten Wettersäulen (Wasser- und Sandhosen).

Die stündlichen Schwankungen des Barometers, in welchen dasselbe unter den Tropen zweimal (9 Uhr oder 9¼ Uhr Morgens und 10½ oder 10¾ Uhr Abends) am höchsten und zweimal (um 4 oder 4¼ Uhr Nachmittags und um 4 Uhr Morgens, also fast in der heißesten und kältesten Stunde) am niedrigsten steht, sind lange der Gegenstand meiner sorgfältigsten, täglichen und nächtlichen Beobachtungen gewesen ‡). Ihre Regelmäßigkeit ist so groß, daß man, besonders in den Tagesstunden, die Zeit nach der Höhe der Quecksilbersäule bestimmen kann, ohne sich im Durchschnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren. In der heißen Zone des Neuen Continents, an den Küsten, wie auf Höhen von mehr als

*) Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. LIII. p. 120; Payen, Mém. sur la composition chimique des Végétaux p. 36 und 42; Liebig, Org. Chemie S. 299—345; Boussingault, Econ. rurale T. I. p. 142—153.

†) Bouvard hat im Jahr 1827 durch Anwendung der Formeln, die Laplace kurz vor seinem Tode dem Längen-Bureau übergeben hatte, gefunden, daß der Theil der stündlichen Oscillationen des Luftdruckes, welcher von der Anziehung des Mondes herrührt, das Quecksilber im Barometer zu Paris nicht über $^{18}/_{000}$ eines Millimeters erheben könne: während nach 11jährigen Beobachtungen eben daselbst die mittlere Barometer-Oscillation von 9 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags 9,756 Millimeter, von 3 Uhr Nachmittags bis 9 Uhr Abends 0,373 Millimeter war. S. Mémoires de l'Acad. des Sciences T. VII. 1827 p. 267.

‡) Observations faites pour constater la marche des variations horaires du Baromètre sous les Tropiques, in meiner Relation historique du Voyage aux Régions Équinoxiales T. III. p. 270—313.

12000 Fuß über dem Meere, wo die mittlere Temperatur auf 7° herabsinkt, habe ich die Regelmäßigkeit der Ebbe und Fluth des Luftmeers weder durch Sturm, noch durch Gewitter, Regen und Erdbeben gestört gefunden. Die Größe der täglichen Oscillationen nimmt vom Aequator bis zu 70° nördlicher Breite, unter der wir die sehr genauen von Bravais zu Bosekop gemachten Beobachtungen besitzen *), von 1,32 Lin. bis 0,18 Lin. ab. Daß dem Pole viel näher der mittlere Barometerstand wirklich um 10 Uhr Morgens geringer sei als um 4 Uhr Nachmittags, so daß die Wendestunden ihren Einfluß mit einander vertauschen, ist aus Parry's Beobachtungen im Hafen Bowen (73° 14′) keineswegs zu schließen.

Die mittlere Barometerhöhe ist, wegen des aufsteigenden Luftstroms, unter dem Aequator und überhaupt unter den Wendekreisen etwas geringer †) als in der gemäßigten Zone; sie scheint ihr Maximum im westlichen Europa in den Parallelen von 40° und 45° zu erreichen. Wenn man mit Kämtz diejenigen Orte, welche denselben mittleren Unterschied zwischen den monatlichen Barometer-Extremen darbieten, durch isobarometrische Linien mit einander verbindet, so entstehen dadurch Curven, deren geographische Lage und Krümmungen wichtige Aufschlüsse über den Einfluß der Ländergestaltung und Meerverbreitung auf die Oscillationen der Atmosphäre gewähren. Hindustan mit seinen hohen Bergketten und triangularen Halbinseln, die Ostküste des Neuen Continents, da wo der warme Golfstrom bei Neufundland sich östlich wendet, zeigen größere isobarometrische Schwankungen als die Antillen und das westliche Europa. Die herrschenden Winde üben den hauptsächlichsten Einfluß auf die Verminderung des Luftdrucks aus; dazu nimmt mit derselben, wie wir schon oben erwähnt, nach Dausse, die mittlere Höhe des Meeres zu ‡).

Da die wichtigsten sowohl, nach Stunden und Jahreszeiten regelmäßig wiederkehrenden, als die zufälligen, oft gewaltsamen und gefahrbringenden ||) Veränderungen des Luftdrucks, wie alle sogenannten Witterungs-Erscheinungen, ihre Hauptursach in der wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen haben; so hat man früh, zum Theil nach Lambert's Vorschlag, die Windrichtungen mit den Barometerständen, den Abwechselungen der Temperatur, der Zu- und Abnahme der Feuchtigkeit verglichen. Tafeln des Luftdrucks bei verschiedenen Winden, mit dem Namen barometrischer Windrosen bezeichnet, gewähren einen tieferen Blick ¶) in den Zusammenhang meteorologischer Phänomene. Mit bewundernswürdigem Scharfsinn erkannte Dove in dem Drehungsgesetze der Winde beider Hemisphären, das er aufstellte, die Ursach vieler großartigen Veränderungen (Processe) im Luft-Ocean **). Die Temperatur-Differenz zwischen den dem Aequator und den den Polen nahen Gegenden erzeugt zwei entgegengesetzte Strömungen in den oberen Regionen der Atmosphäre und an der Erdoberfläche. Wegen Verschiedenheit der Rotationsgeschwindigkeit der dem Pole oder dem Aequator näher liegenden Punkte wird die vom

---

*) Bravais in Kaemtz et Martins, Météorologie p. 263. Zu Halle (Br. 51° 29′) ist die Größe der Oscillation noch 0,28 Linien. Auf den Bergen in der gemäßigten Zone scheint eine große Menge von Beobachtungen erforderlich zu sein, um zu einem sicheren Resultate über die Wendestunden zu gelangen. Vergl. die Beobachtungen stündlicher Variationen, welche auf dem Faulhorn 1832, 1841 und 1842 gesammelt wurden, in Martins, Météorologie p. 254.

†) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 90. Derselbe in Rel. hist. T. III. p. 313, und über den verminderten Luftdruck in der Tropengegend des atlantischen Oceans in Poggend. Annalen der Physik Bd. XXXVII. S. 245—258 und S. 458—486.

‡) Dausse in den Comptes rendus T. III. p. 136.

||) Dove über die Stürme, in Poggend. Ann. Bd. LII. S. 1.

¶) Leopold von Buch, barometrische Windrose, in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus den J. 1818—1819 S. 187.

**) S. Dove, meteorologische Untersuchungen 1837 S. 99—343, und die scharfsinnigen Bemerkungen von Kämtz über das Herabsinken des Westwindes der oberen Luftschichten in höheren Breiten und die allgemeinen Phänomene der Windesrichtung in seinen Vorlesungen über Meteorologie 1840 S. 58—66, 196—200, 327—336, 353—364; Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 291—302. Eine sehr gelungene und lebendige Darstellung meteorologischer Ansichten hat Dove in seiner kleinen Schrift: Witterungsverhältnisse von Berlin 1842 gegeben. Ueber frühe Kenntniß der Seefahrer von der Drehung des Windes vergl. Churruca, Viage al Magellanes 1793 p. 15 und über einen denkwürdigen Ausspruch von Christoph Columbus, den uns sein Sohn Don Fernando Colon in Vida del Almirante cap. 55 erhalten hat, Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 253.

Pole herſtrömende Luft öſtlich, der Aequatorialſtrom aber weſtlich abgelenkt. Von dem Kampf dieſer beiden Ströme, dem Ort des Herabkommens des höheren, dem abwechſelnden Verdrängen des einen durch den anderen hangen die größten Phänomene des Luftdrucks, der Erwärmung und Erkältung der Luftſchichten, der wäßrigen Niederſchläge, ja, wie Dove genau dargeſtellt hat, die Bildung der Wolken und ihre Geſtaltung ab. Die Wolkenform, eine alles belebende Zierde der Landſchaft, wird Verkündigerin deſſen, was in der oberen Luftregion vorgeht, ja bei ruhiger Luft, am heißen Sommerhimmel auch das „projicirte Bild" des wärmeſtrahlenden Bodens.

Wo dieſer Einfluß der Wärmeſtrahlung durch die relative Stellung großer continentaler und oceaniſcher Flächen bedingt iſt, wie zwiſchen der Oſtküſte von Afrika und der Weſtküſte der indiſchen Halbinſel, mußte dieſe, ſich mit der Declination der Sonne periodiſch verändernde Windesrichtung in den indiſchen Monſunen*), dem Hippalos der griechiſchen Seefahrer, am früheſten erkannt und benutzt werden. In einer, gewiß ſeit Jahrtauſenden in Hinduſtan und China verbreiteten Kenntniß der Monſune, im arabiſchen öſtlichen und malayiſchen weſtlichen Meere, lag, wie in der noch älteren und allgemeineren Kenntniß der Land- und Seewinde, gleichſam verborgen und eingehüllt der Keim unſeres jetzigen, ſo ſchnell fortſchreitenden meteorologiſchen Wiſſens. Die lange Reihe magnetiſcher Stationen, welche nun von Moskau bis Peking durch das ganze nördliche Aſien gegründet ſind, können, da ſie auch die Erforſchung anderer meteorologiſcher Verhältniſſe zum Zwecke haben, für das Geſetz der Winde von großer Wichtigkeit werden. Die Vergleichung von Beobachtungsorten, die ſo viele hundert Meilen von einander entfernt liegen, wird entſcheiden, ob z. B. ein gleicher Oſtwind von der wüſten Hochebene Gobi bis in das Innere von Rußland wehe, oder ob die Richtung des Luftſtromes erſt mitten in der Stationskette, durch Herabſenkung der Luft aus den höheren Regionen, ihren Anfang genommen hat. Man wird dann im eigentlichſten Sinne lernen, woher der Wind komme. Wenn man das geſuchte Reſultat nur auf ſolche Orte ſtützen will, in denen die Windesrichtungen länger als 20 Jahre beobachtet worden ſind, ſo erkennt man (nach Wilhelm Mahlmann's neueſter und ſorgfältiger Berechnung), daß in den mittleren Breiten der gemäßigten Zone in beiden Continenten ein weſtſüdweſtlicher Luftſtrom der herrſchende iſt.

Die Einſicht in die Wärmevertheilung im Luftkreiſe hat einigermaßen an Klarheit gewonnen, ſeitdem man verſucht hat die Punkte, in welchen die mittleren Temperaturen des Jahres, des Sommers und des Winters genau ergründet worden ſind, durch Linien mit einander zu verbinden. Das Syſtem der Iſothermen, Iſotheren und Iſochimenen, welches ich zuerſt im Jahr 1817 aufgeſtellt, kann vielleicht, wenn es durch vereinte Bemühungen der Phyſiker allmälig vervollkommnet wird, eine der Hauptgrundlagen der vergleichenden Klimatologie abgeben. Auch die Ergründung des Erdmagnetismus hat eine wiſſenſchaftliche Form erſt dadurch erlangt, daß man die zerſtreuten partiellen Reſultate in Linien gleicher Abweichung, gleicher Neigung und gleicher Kraftintenſität mit einander graphiſch verband.

Der Ausdruck Klima bezeichnet in ſeinem allgemeinſten Sinne alle Veränderungen in der Atmoſphäre, die unſre Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometriſchen Druckes, den ruhigen Luftzuſtand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electriſchen Spannung, die Reinheit der Atmoſphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder ſchädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich

*) Monsun (malayiſch musim, der hippalus der Griechen) wird abgeleitet von dem arabiſchen Worte mausim, beſtimmte Zeit, Jahreszeit, Zeit der Verſammlung der Pilger in Mecca. Das Wort iſt auf die Jahreszeit der regelmäßigen Winde übergetragen, welche Namen haben von den Gegenden, aus denen ſie wehen; ſo ſagt man Mausim von Aden, Guzerat, Malabar u. ſ. w. (Laſſen, Indiſche Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 211.) Ueber den Gegenſatz der feſten oder flüſſigen Grundlage der Atmoſphäre ſ. Dove in den Abhandl. der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 239.

den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht bloß wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen.

Wenn die Oberfläche der Erde aus einer und derselben homogenen flüssigen Masse oder aus Gesteinschichten zusammengesetzt wäre, welche gleiche Farbe, gleiche Dichtigkeit, gleiche Glätte, gleiches Absorptionsvermögen für die Sonnenstrahlen besäßen und auf gleiche Weise durch die Atmosphäre gegen den Weltraum ausstrahlten, so würden die Isothermen, Isotheren und Isochimenen sämmtlich dem Aequator parallel laufen. In diesem hypothetischen Zustande der Erdoberfläche wären dann, in gleichen Breiten, Absorptions- und Emissionsvermögen für Licht und Wärme überall dieselben. Von diesem mittleren, gleichsam primitiven Zustande, welcher weder Strömungen der Wärme im Inneren und in der Hülle des Erdsphäroids, noch die Fortpflanzung der Wärme durch Luftströmungen ausschließt, geht die mathematische Betrachtung der Klimate aus. Alles, was das Absorptions- und Ausstrahlungsvermögen an einzelnen Theilen der Oberfläche, die auf gleichen Parallelkreisen liegen, verändert, bringt Inflexionen in den Isothermen hervor. Die Natur dieser Inflexionen, der Winkel, unter welchem die Isothermen, Isotheren oder Isochimenen die Parallelkreise schneiden, die Lage der *convexen oder concaven Scheitel* in Bezug auf den Pol der gleichnamigen Hemisphäre sind die Wirkung von wärme- oder kälteerregenden Ursachen, die unter verschiedenen geographischen Längen mehr oder minder mächtig auftreten.

Die Fortschritte der *Klimatologie* sind auf eine merkwürdige Weise dadurch begünstigt worden, daß die europäische Civilisation sich an zwei einander gegenüberstehenden Küsten verbreitet hat, daß sie von unserer westlichen Küste zu einer östlichen jenseits des atlantischen Thales übergegangen ist. Als die Britten, nach den von Island und Grönland ausgegangenen ephemeren Niederlassungen, die ersten bleibenden Ansiedelungen in dem Littoral der Vereinigten Staaten von Nordamerika gründeten, als religiöse Verfolgungen, Fanatismus und Freiheitsliebe die Colonialbevölkerung vergrößerten; mußten die Ansiedler (von Nord-Carolina und Virginien an bis zum St. Lorenz-Strome) über die Winterkälte erstaunen, die sie erlitten, wenn sie dieselbe mit der von Italien, Frankreich und Schottland unter denselben Breitengraden verglichen. Eine solche klimatische Betrachtung, so anregend sie auch hätte sein sollen, trug aber nur dann erst Früchte, als man sie auf numerische Resultate *mittlerer Jahreswärme* gründen konnte. Vergleicht man zwischen 58° und 30° nördlicher Breite Nain an der Küste von Labrador mit Gothenburg, Halifax mit Bordeaux, Neu-York mit Neapel, San Augustin in Florida mit Cairo; so findet man unter gleichen Breitengraden die Unterschiede der mittleren Jahrestemperatur zwischen Ost-Amerika und West-Europa, von Norden gegen Süden fortschreitend: 11°,5; 7°,7; 3°,8 und fast 0°. Die allmälige Abnahme der Unterschiede in der gegebenen Reihe von 28 Breitengraden ist auffallend. Noch südlicher, unter den Wendekreisen selbst, sind die Isothermen überall in beiden Welttheilen dem Aequator parallel. Man sieht aus den hier gegebenen Beispielen, daß die in gesellschaftlichen Kreisen so oft wiederholten Fragen: um wie viel Grad Amerika (ohne Ost- und Westküsten zu unterscheiden) kälter als Europa sei, um wie viel die mittleren Jahreswärmen in Canada und den Vereinigten nordamerikanischen Staaten niedriger als unter gleicher Breite in Europa seien, *allgemein ausgedrückt*, keinen Sinn haben. Der Unterschied ist unter jedem Parallel ein anderer; und ohne specielle Vergleichung der Winter- und Sommertemperatur an den gegenüberstehenden Küsten kann man sich von den eigentlichen klimatischen Verhältnissen, in so fern sie auf den Ackerbau, auf die Gewerbe und das Gefühl der Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit Einfluß haben, keinen deutlichen Begriff machen.

Bei der Aufzählung der Ursachen, welche *Störungen* in der Gestalt der Isotherme

hervorbringen, unterscheide ich die temperatur-erhöhenden und temperatur-vermindernden Ursachen. Zu der ersten Classe gehören: die Nähe einer Westküste in der gemäßigten Zone; die in Halbinseln zerschnittene Gestaltung eines Continents; seine tief-eintretenden Busen und Binnenmeere; die Orientirung, d. h. das Stellungsverhältniß eines Theils der Feste, entweder zu einem eisfreien Meere, das sich über den Polarkreis hinaus erstreckt, oder zu einer Masse continentalen Landes von beträchtlicher Ausdehnung, welches zwischen denselben Meridianen unter dem Aequator oder wenigstens in einem Theile der tropischen Zone liegt; ferner das Vorherrschen von Süd- und Westwinden an der westlichen Grenze eines Continents in der gemäßigten nördlichen Zone; Gebirgsketten, die gegen Winde aus kälteren Gegenden als Schutzmauern dienen; die Seltenheit von Sümpfen, die im Frühjahr und Anfang des Sommers lange mit Eis belegt bleiben, und der Mangel an Wäldern in einem trockenen Sandboden; endlich die stete Heiterkeit des Himmels in den Sommermonaten und die Nähe eines pelagischen Stromes, wenn er Wasser von einer höheren Temperatur, als das umliegende Meer besitzt, herbeiführt.

Zu den die mittlere Jahrestemperatur verändernden kälteerregenden Ursachen zähle ich: die Höhe eines Orts über dem Meeresspiegel, ohne daß bedeutende Hochebenen auftreten; die Nähe einer Ostküste in hohen und mittleren Breiten; die massenartige (compacte) Gestaltung eines Continents ohne Küstenkrümmung und Busen; die weite Ausdehnung der Feste nach den Polen hin bis zu der Region des ewigen Eises (ohne daß ein im Winter offen bleibendes Meer dazwischen liegt); eine Position geographischer Länge, in welcher der Aequator und die Tropenregion dem Meere zugehören, d. i. den Mangel eines festen sich stark erwärmenden, wärmestrahlenden Tropenlandes zwischen denselben Meridianen als die Gegend, deren Klima ergründet werden soll; Gebirgsketten, deren mauerartige Form und Richtung den Zutritt warmer Winde verhindert, oder die Nähe isolirter Gipfel, welche längs ihren Abhängen herabsinkende kalte Luftströme verursachen; ausgedehnte Wälder, welche die Insolation des Bodens hindern, durch Lebensthätigkeit der appendiculären Organe (Blätter) große Verdunstung wäßriger Flüssigkeit hervorbringen, mittelst der Ausdehnung dieser Organe die durch Ausstrahlung sich abkühlende Oberfläche vergrößern, und also dreifach: durch Schattenkühle, Verdunstung und Strahlung, wirken; häufiges Vorkommen von Sümpfen, welche im Norden bis in die Mitte des Sommers eine Art unterirdischer Gletscher in der Ebene bilden; einen nebligen Sommerhimmel, der die Wirkung der Sonnenstrahlen auf ihrem Wege schwächt; endlich einen sehr heiteren Winterhimmel, durch welchen die Wärmestrahlung begünstigt wird*).

Die gleichzeitige Thätigkeit der störenden (erwärmenden oder erkältenden) Ursachen bestimmt als Totaleffect (besonders durch Verhältnisse der Ausdehnung und Configuration zwischen den undurchsichtigen continentalen und den flüssigen oceanischen Massen) die Inflexionen der auf die Erdoberfläche projicirten Isothermen. Die Perturbationen erzeugen die convexen und concaven Scheitel der isothermen Curven. Es giebt aber störende Ursachen verschiedener Ordnung; jede derselben muß anfangs einzeln betrachtet werden: später, um den Totaleffect auf die Bewegung (Richtung, örtliche Krümmung) der Isothermen-Linie zu ergründen, muß gefunden werden, welche dieser Wirkungen, mit einander verbunden, sich modificiren, vernichten oder aufhäufen (verstärken); wie das bekanntlich bei kleinen Schwingungen geschieht, die sich begegnen und durchkreuzen. So ist der Geist der Methode, der es, wie ich mir schmeichle, einst möglich werden wird unermeßliche Reihen scheinbar isolirt stehender Thatsachen mit einander durch empirische, numerisch ausgedrückte Gesetze zu verbinden und die Nothwendigkeit ihrer gegenseitigen Abhängigkeit zu erweisen.

---

*) Humboldt, Recherches sur les causes des Inflexions des Lignes isothermes in Asie centr. T. III. p. 103—114, 118, 122, 188.

Da als Gegenwirkung der Paſſate (der Oſtwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen Weſt- oder Weſtſüdweſtwinde die herrſchenden Luftſtrömungen ſind und da dieſe für eine Oſtküſte Land-, für eine Weſtküſte Seewinde ſind (d. h. über eine Fläche ſtreichen, die wegen ihrer Maſſe und des Herabſinkens der erkalteten Waſſertheilchen keiner großen Erkältung fähig iſt); ſo zeigen ſich, wo nicht oceaniſche Strömungen dem Littorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Oſtküſten der Continente kälter als die Weſtküſten. Cook's junger Begleiter auf der zweiten Erdumſeglung, der geiſtreiche Georg Forſter, welchem ich die lebhafteſte Anregung zu weiten Unternehmungen verdanke, hat zuerſt auf eine recht beſtimmte Weiſe auf die Temperatur-Unterſchiede der Oſt- und Weſtküſten in beiden Continenten, wie auf die Temperatur-Aehnlichkeit der Weſtküſte von Nordamerika in mittleren Breiten mit dem weſtlichen Europa aufmerkſam gemacht*).

Selbſt in nördlichen Breiten geben ſehr genaue Beobachtungen einen auffallenden Unterſchied zwiſchen der mittleren Jahrestemperatur der Oſt- und Weſtküſte von Amerika. Dieſe Temperatur iſt zu Nain in Labrador (Br. 57° 10′) volle 3°, 8 unter dem Gefrierpunkte, während ſie an der Nordweſtküſte in Neu-Archangelſk im ruſſiſchen Amerika (Br. 57°, 3′) noch 6° 9 über dem Gefrierpunkte iſt. An dem erſten Orte erreicht die mittlere Sommertemperatur kaum 6°, 2, während ſie am zweiten noch 13° 8 iſt. Peking (39° 54′) an der Oſtküſte von Aſien hat eine mittlere Jahrestemperatur (11°, 3), die über 5° geringer iſt als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking iſt wenigſtens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn ſie im weſtlichen Europa, ſelbſt zu Paris (48° 50′), volle 3°, 3 über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat alſo eine mittlere Winterkälte, die 2°½ größer iſt als das ſiebzehn Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Wir haben ſchon oben der Langſamkeit gedacht, mit welcher die große Waſſermaſſe des Oceans den Temperaturveränderungen der Atmoſphäre folgt, und wie dadurch das Meer temperaturausgleichend wirkt. Es mäßigt daſſelbe gleichzeitig die Rauheit des Winters und die Hitze des Sommers. Daraus entſteht ein zweiter wichtiger Gegenſatz: der zwiſchen dem Inſel- oder Küſtenklima, welches alle gegliederte, buſen- und halbinſelreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Maſſen feſten Landes. Dieſer merkwürdige Gegenſatz iſt in ſeinen mannigfaltigen Erſcheinungen, in ſeinem Einfluſſe auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchſichtigkeit des Himmels, die Wärmeſtrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerſt in Leopolds von Buch Werken vollſtändig entwickelt worden. Im Innern des aſiatiſchen Continents haben Tobolſk, Barnaul am Obi und Irkutſk Sommer wie in Berlin, Münſter und Cherbourg in der Normandie; aber dieſen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteſte Monat die ſchreckhafte Mitteltemperatur von — 18° bis — 20° hat. In den Sommermonaten ſieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31°. Solche Continental-Klimate ſind daher mit Recht von dem auch in Mathematik und Phyſik ſo erfahrenen Buffon exceſſive genannt worden; und die Einwohner, welche in Ländern der exceſſiven Klimate leben, ſcheinen faſt verdammt, wie Dante†) im Purgatorio ſingt,

a sofferir tormenti caldi e geli.

Ich habe in keinem Erdtheile, ſelbſt nicht in den canariſchen Inſeln oder in Spanien oder im ſüdlichen Frankreich, herrlicheres Obſt, beſonders ſchönere Weintrauben, geſehen als in Aſtrachan nahe den Ufern des caſpiſchen Meeres (46° 21′). Bei einer mittleren Temperatur des Jahres von etwa 9° ſteigt die mittlere Sommerwärme auf 21°, 2, wie um Bor-

*) Georg Forſter, kleine Schriften Th. III. 1794 S. 87; Dove in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 265; Kämtz, Meteorologie Bd. II. S. 41, 43, 67 und 96; Arago in den Comptes rendus T. I. p. 268.

†) Dante, Divina Commedia, Purgatorio canto III.

deaux: während nicht bloß dort, sondern noch weiter südlich, zu Kislar an der Terk-Mündung (in den Breiten von Avignon und Rimini), das Thermometer im Winter auf — 25° und — 30° herabsinkt.

Irland, Guernsey und Jersey, die Halbinsel Bretagne, die Küsten der Normandie und des südlichen Englands liefern durch die Milde ihrer Winter, die niedrige Temperatur und den nebelverschleierten Himmel ihrer Sommer den auffallendsten Contrast mit dem Continental-Klima des inneren östlichen Europa. In Nordost von Irland (54° 56′) unter Einer Breite mit Königsberg in Preußen vegetirt die Myrte üppig wie in Portugal. Der Monat August, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin (auf derselben Isotherme von 9°½) kaum 16°; die mittlere Winterwärme, die in Ofen zu — 2°,4 herabsinkt, ist in Dublin (bei der geringen Jahreswärme von 9°,5) noch 4°,3 über dem Gefrierpunkt: d. i. noch 2° höher als in Mailand, Pavia, Padua und der ganzen Lombardei, wo die mittlere Jahreswärme volle 12°,7 erreicht. Auf den Orkney's-Inseln (Stromneß), keinen halben Grad südlicher als Stockholm, ist der Winter 4°, also wärmer als in Paris, fast so warm als in London. Selbst auf den Faröer-Inseln in 62° Breite gefrieren unter dem begünstigenden Einflusse der Westwinde und des Meeres die Binnenwasser nie. An der lieblichen Küste von Devonshire, wo der Hafen Salcombe wegen seines milden Klima's das Montpellier des Nordens genannt worden ist, hat man Agave mexicana im Freien blühen, Orangen, die an Spalieren gezogen und kaum mit Matten geschützt wurden, Früchte tragen sehen. Dort, wie zu Penzance und Gosport und an der Küste der Normandie zu Cherbourg steigt die mittlere Wintertemperatur über 5°,5; d. i. nur 1°,3 weniger hoch als die Winter von Montpellier und Florenz*). Die hier angedeuteten Verhältnisse zeigen, wie wichtig für die Vegetation, den Ackerbau, die Obstcultur, und das Gefühl klimatischer Behaglichkeit die so verschiedene Vertheilung einer und derselben mittleren Jahrestemperatur unter die verschiedenen Jahreszeiten ist.

Die Linien, welche ich Isochimenen und Isotheren (Linien gleicher Winter- und Sommerwärme) nenne, sind keineswegs den Isothermen (Linien gleicher Jahrestemperatur) parallel. Wenn da, wo Myrten wild wachsen und die Erde sich im Winter nie bleibend in Schnee einhüllt, die Temperatur des Sommers und Herbstes nur noch (man möchte fast sagen: kaum noch) hinlänglich ist Aepfel zur vollen Reife zu bringen, wenn die Weinrebe, um trinkbaren Wein zu geben, die Inseln und fast alle Küsten (selbst die westlichen) flieht; so liegt der Grund davon keineswegs allein in der geringeren Sommerwärme des Littorals, die unsere im Schatten der Luft ausgesetzten Thermometer anzeigen; er liegt in dem bisher so wenig beobachteten und doch in anderen Erscheinungen (der Entzündung eines Gemisches von Chlor und Wasserstoffgas) so wirksamen Unterschiede des directen und zerstreuten Lichtes bei heiterem oder durch Nebel verschleiertem Himmel. Ich habe seit langer Zeit†) die Aufmerksamkeit der Physiker und Pflanzenphysiologen auf diese Unterschiede, auf die ungemessene örtlich in der belebten Pflanzenzelle durch directes Licht entwickelte Wärme zu leiten gesucht.

---

*) Humboldt, sur les Lignes isothermes in den Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil T. III. Paris 1817 p. 143—165; Knight in den Transactions of the Horticultural Society of London Vol. I. p. 32; Watson, Remarks on the geographical Distribution of British Plants 1835 p. 60; Trevelyan in Jameson's New Edinb. Phios. Journal No. 18 p. 154; Mahlmann in seiner vortrefflichen deutschen Uebersetzung und Bearbeitung meiner Asie centrale Th. II. S. 60.

†) „Haec de temperie aëris, qui terram late circumfundit, ac in quo, longe a solo, instrumenta nostra meteorologica suspensa habemus. Sed alia est caloris vis, quem radii solis nullis nubibus velati, in foliis ipsis et fructibus maturescentibus, magis minusve coloratis, gignunt, quemque, ut egregia demonstrant experimenta amicissimorum Gay-Lussacii et Thenardi de combustione chlori et hydrogenis, ope thermometri metiri nequis. Etenim locis planis et montanis, vento libe spirante, circumfusi aëris temperies eadem esse potest coelo sudo vel nebuloso; ideoque ex observationibus solis thermometricis, nullo adhibito Photometro, haud cognosces, quam ob causam Galliae septentrionalis tractus Armoricanus et Nervicus, versus littora, coelo temperato sed sole raro utentia, Vitem fere non tolerant. Egent enim stirpes non solum caloris stimulo, sed et lucis, quae magis intensa locis excelsis quam planis, duplici modo plantas movet, vi sua tum propria, tum calorem in superficie earum excitante." (Humboldt de distributione geographica plantarum 1817 p. 163—164.)

Wenn man in der thermischen Scale der Culturarten*) von denen anhebt, die das heißeste Klima erfordern, also von der Vanille, dem Cacao, dem Pisang und der Cocospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Caffee, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Citronen, Oelbaum, ächten Kastanien, trinkbarem Weine herabsteigt; so lehrt die genaue geographische Betrachtung der Culturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, daß, um trinkbaren†) Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme 9°½ übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als + 0°,5 eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° folgen muß. Bei Bordeaux am Flußthal der Garonne (Br. 44° 50′) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbstes 13°,8; 6°,2; 21°,7 und 14°,4. In den baltischen Ebenen (Br. 52°½), wo ungenießbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, sind diese Zahlen 8°,6; — 0°,7; 17°,6 und 8°,6. Wenn es befremdend scheinen kann, daß die großen Verschiedenheiten, welche die vom Klima begünstigte oder erschwerte Weincultur zeigt, sich nicht noch deutlicher in unseren Thermometerangaben offenbaren; so wird diese Befremdung durch die Betrachtung vermindert, daß ein im Schatten beobachtetes gegen die Wirkungen der directen Insolation und nächtlichen Strahlung fast geschütztes Thermometer nicht in allen Theilen des Jahres bei periodischen Wärmeveränderungen die wahre oberflächliche Temperatur des die ganze Insolation empfangenden Bodens anzeigt.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küstenklima der Halbinsel Bretagne sich zum winterkälteren und sommerheißeren Klima der übrigen compacten Ländermasse von Frankreich verhält, so verhält sich gewissermaßen Europa zum großen Festlande von Asien, dessen westliche Halbinsel es bildet. Europa verdankt sein sanfteres Klima: der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufsteigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, während südlich von Asien die Aequatorialgegend meist ganz oceanisch ist; seiner Gliederung und Meeresnähe an der

---

*) Humboldt a. a. O. p. 156—161; Meyen in seinem Grundriß der Pflanzengeographie 1836 S. 379—467; Bousingault, Economie rurale T. II. p. 675.

†) Unten folgt eine die europäische Weincultur erläuternde Tabelle in absteigender Scale, gleichsam die Verschlechterung des Weines nach Maaßgabe der klimatischen Verhältnisse darstellend. S. meine Asie centrale T. III. p. 159. Den Beispielen, welche im Text des Kosmos über die Weincultur bei Bordeaux und Potsdam gegeben worden, sind noch die numerischen Verhältnisse der Rhein- und Maingegenden (Br. 48° 35′—50° 7′) beigefügt. Cherbourg (Normandie) und Irland offenbaren am deutlichsten, wie bei Temperaturverhältnissen, welche von denen des innern Landes nach Angabe der im Schatten beobachteten Thermometer wenig verschieden sind, die Pflanze bei heiterem sonnigen oder durch Nebel verschleiertem Himmel reife oder unreife Früchte trägt. Die große Uebereinstimmung in der Vertheilung der Jahreswärme unter die verschiedenen Jahreszeiten, welche die Angaben vom Rhein- und Mainthale darbieten, zeugt für die Genauigkeit der angewandten meteorologischen Beobachtungen. Als Winter sind, wie in meteorologischen Tabellen am vortheilhaftesten ist, die Monate December, Januar und Februar gerechnet. Die Thermometergrade sind, wie im ganzen Kosmos, in hundertheiliger Scale. Wenn man die Qualität der Weine in Franken oder den baltischen Ländern mit der mittleren Temperatur der Sommer- und Herbstmonate um Würzburg und Berlin vergleicht, so ist man fast verwundert, nur 1° bis 1°,2 Unterschied zu finden; aber die Frühlings-Temperaturen sind um 2° verschieden; und die Blüthezeit der Rebe bei späten Maifrösten, nach einem ebenfalls um 2° kälteren Winter, ist ein eben so wichtiges Element als die Zeit der späten Reife der Traube und die Wirkung des directen, nicht zerstreuten (diffusen) Lichtes bei unverdeckter Sonnenscheibe. Der im Text berührte Unterschied zwischen der wahren oberflächlichen Bodentemperatur und den Angaben eines im Schatten beobachteten geschützten Thermometers ist von Dove durch funfzehnjährige Resultate aus dem Garten zu Chiswick bei London ergründet worden. (Bericht über die Verhandl. der Berl. Akad. der Wiss. August 1844 S. 285.)

Orte.	Breite.	Höhe in Toisen.	Jahr.	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Beobachtungs-Jahre.
Bordeaux	44°50	4	13°,9	6°,1	13°,4	21°,7	14°,4	10
Strasburg	48 35	75	9,8	1,2	10,0	18,1	10,0	35
Heidelberg	49 24	52	9,7	1,1	10,0	17,9	9,9	20
Mannheim	49 29	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8	12
Würzburg	49 48	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7	27
Frankfurt a. M.	50 7	60	9,6	0,8	10,0	18,0	9,7	19
Berlin	52 31	16	8,6	-0,6	8,1	17,5	8,6	22
Cherbourg kein Wein	49 39	0	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5	3
Dublin	53 23	0	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8	13

westlichen Küste der alten Feste, dem eisfreien Meere, da, wo es sich gegen Norden ausdehnt. Europa würde demnach kälter werden*), wenn Afrika, vom Meere überflutet, unterginge; wenn die mythische Atlantis aufstiege und Europa mit Nordamerika verbände; wenn der wärmende Golfstrom nicht in die nördlichen Meere sich ergösse, oder wenn ein anderes festes Land sich, vulkanisch gehoben, zwischen die scandinavische Halbinsel und Spitzbergen einschöbe. Sieht man in Europa die mittleren Jahrestemperaturen sinken, indem man unter denselben Parallelkreisen von der atlantischen Küste, von Frankreich aus durch Deutschland, Polen und Rußland gegen die Uralkette, also von Westen nach Osten fortschreitet; so ist die Hauptursach dieses Erkältungsphänomens in der nach und nach minder gegliederten, compacteren, an Breite zunehmenden Form des Continents, in der Entfernung des kälteindernden Meeres, wie in dem schwächeren Einflusse der Westwinde zu suchen. Jenseits des Urals werden diese Westwinde schon erkältende Landwinde, wenn sie über weite mit Eis und Schnee bedeckte Länderstrecken fortwehen. Die Kälte des westlichen Sibiriens wird durch solche Verhältnisse der Ländergestaltung und Luftströmung, keineswegs†) aber, wie schon Hippokrates und Trogus Pompejus annahmen und noch berühmte Reisende des 18ten Jahrhunderts fabelten, durch große Höhe des Bodens über dem Meeresspiegel, erzeugt.

Wenn wir von der Temperaturverschiedenheit in der Ebene zu den Unebenheiten der polyedrischen Gestalt der Oberfläche unsres Planeten übergehen; so betrachten wir die Gebirge entweder nach ihrem Einfluß auf das Klima der benachbarten Tiefländer, oder nach den Einwirkungen, die sie, in Folge der hypsometrischen Verhältnisse, auf ihre eigenen, oft in Hochebenen erweiterten Gipfel ausüben. Die Gruppirung der Berge in Bergketten theilt die Erdoberfläche in verschiedene Becken, in oft eng umwallte Randthäler, circusartige Kessel, die (wie in Griechenland und in einem Theile von Kleinasien) das Klima örtlich in Hinsicht auf Wärme, Feuchtigkeit und Durchsichtigkeit der Luft, auf Häufigkeit der Winde und der Gewitter individualisiren. Diese Umstände haben von je her einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Natur der Erzeugnisse und die Wahl der Culturen, auf Sitten, Verfassungsformen und Abneigung benachbarter Volksstämme gegen einander. Der Charakter der geographischen Individualität erreicht so zu sagen da sein Maximum, wo die Verschiedenheiten der Bodengestaltung in verticaler und horizontaler Richtung, im Relief und in der Gliederung der Continente die möglich größten sind. Mit solchen Bodenverhältnissen contrastiren die Steppen des nördlichen Asiens, die Grasebenen (Savanen, Llanos und Pampas) des Neuen Continents, die Heideländer (Ericeta) Europa's, die Sand- und Steinwüsten von Afrika.

Das Gesetz der mit der Höhe abnehmenden Wärme unter verschiedenen Breiten ist einer der wichtigsten Gegenstände für die Kenntniß meteorologischer Processe, für die Geographie der Pflanzen, die Theorie der irdischen Strahlenbrechung und die verschiedenen Hypothesen, welche sich auf die Bestimmung der Höhe der Atmosphäre beziehen. Bei den vielen Bergreisen, die ich in und außerhalb der Tropen habe unternehmen können, ist die Ergründung dieses Gesetzes ein vorzüglicher Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen‡).

Seitdem man die wahren Verhältnisse der Wärmevertheilung auf der Oberfläche der Erde, d. i. die Inflexionen der Isothermen und Isotheren und den ungleichen Abstand derselben von einander, in den verschiedenen östlichen und westlichen Temperatur-Systemen von Asien, Mitteleuropa und Nordamerika, etwas genauer kennt; darf man nicht mehr im

*) Vergl. meine Abhandlung über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf der Erdoberfläche in den Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1827 S. 311.

†) Die sibirische Bodenfläche zwischen Tobolsk, Tomsk und Barnaul vom Altai zum Eismeere liegt nicht so hoch als Mannheim und Dresden; ja selbst weit in Osten vom Benisei liegt Irkutsk (208 Toisen) noch fast 1/3 niedriger als München.

‡) Humboldt, Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. 126—140; Relation historique T. I. p. 119, 141 und 227; Biot in der Connaissance des temps pour l'an 1841 p. 90—109.

allgemeinen die Frage aufwerfen, welcher Bruchtheil der mittleren Jahres- oder Sommerwärme einer Veränderung der geographischen Breite von 1° entspricht, wenn man auf demselben Meridian fortschreitet. In jedem Systeme gleicher Krümmung der Isothermen herrscht ein inniger und nothwendiger Zusammenhang zwischen drei Elementen: der Wärmeabnahme in senkrechter Richtung von unten nach oben; der Temperaturverschiedenheit bei einer Aenderung von 1° in der geographischen Breite; der Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergstation und der Polardistanz eines im Meeresspiegel gelegenen Punktes.

In dem ostamerikanischen Systeme verändert sich die mittlere Jahrestemperatur von der Küste von Labrador bis Boston jeden Breitengrad um 0°,88, von Boston bis Charleston um 8°,95; von Charleston bis zum Wendekreise des Krebses in Cuba hin wird die Veränderung aber langsamer: sie ist dort nur 0°,66. In der Tropenzone selbst nimmt die Langsamkeit dergestalt zu, daß von der Havana bis Cumana die einem Breitengrade zukommende Variation nur noch 0°,20 beträgt.

Ganz anders ist es in dem System der Isothermen von Mitteleuropa. Zwischen den Parallelen von 38° und 71° finde ich die Temperaturabnahme sehr übereinstimmend ½ Grad für einen Breitengrad. Da nun in demselben Mitteleuropa die Abnahme der Wärme 1° und 80 bis 87 Toisen (480 bis 522 Fuß) senkrechter Höhe beträgt, so ergiebt sich hieraus, daß 40—44 Toisen (250—264 Fuß) der Erhebung über dem Meeresspiegel dort einem Breitengrad entsprechen. Die mittlere Jahrestemperatur des Bernhard-Klosters, das 1278 Toisen (7668 Fuß) hoch, in 45° 50′ Breite liegt, würde sich also in der Ebene bei einer Breite von 75° 50′ wiederfinden.

In dem Theile der Andeskette, welcher in die Tropenzone fällt, haben meine bis zu 18000 Fuß Höhe angestellten Beobachtungen die Wärmeabnahme von 1° auf 96 Toisen (576 Fuß) gegeben; mein Freund Boussingault hat 30 Jahre später als Mittelresultat 90 Toisen (540 Fuß) gefunden. Durch Vergleichung der Orte, welche in den Cordilleren in gleicher Höhe über dem Meere am Abhange selbst oder in weit ausgedehnten Hochebenen liegen, habe ich in den letzteren eine Zunahme der Jahrestemperatur von 1°½ bis 2°,3 beobachtet. Ohne die nächtliche erkältende Wärmestrahlung würde der Unterschied noch größer sein. Da die Klimate schichtenweise übereinander gelagert sind, von den Catawäldern des Tieflandes bis zum ewigen Schnee, und da die Wärme in der Tropenzone während des ganzen Jahres sich nur sehr wenig ändert, so kann man sich eine ziemlich genaue Vorstellung von den Temperaturverhältnissen machen, welchen die Bewohner der großen Städte in der Andeskette ausgesetzt sind, wenn man diese Verhältnisse mit der Temperatur gewisser Monate in den Ebenen von Frankreich und Italien vergleicht. Während daß an den Waldufern des Orinoco täglich eine Wärme herrscht, welche um 4° die des Monats August zu Palermo übertrifft; findet man, indem man die Andeskette ersteigt, zu Povayan (911t) die drei Sommermonate von Marseille, zu Quito (1492t) das Ende des Monats Mai zu Paris, und auf den mit krüppligem Alpengesträuch bewachsenen, aber noch blüthenreichen Paramos (1800t) den Anfang des Monats April zu Paris.

Der scharfsinnige Peter Martyr de Anghiera, einer der Freunde von Christoph Columbus, ist wohl der Erste gewesen, welcher (nach der im October 1510 unternommenen Expedition von Rodrigo Enrique Colmenares) erkannt hat, daß die Schneegrenze immer höher steigt, je mehr man sich dem Aequator nähert. Ich lese in dem schönen Werke De rebus Oceanicis *); „der Fluß Gaira kommt von einem Berge (in der Sierra Nevada de Santa Maria) herab, welcher nach Aussage der Reisegefährten des Colmenares höher ist als alle bisher entdeckten Berge. Er muß es ohne Zweifel sein, wenn er in einer Zone, die von

*) Anglerius de Rebus Oceanicis Dec. II. lib. II. p. 146 (ed. Col. 1574). In der Sierra de Santa Marta, deren höchste Gipfel 18000 Fuß Höhe zu übersteigen scheinen (s. meine Relat. hist. T. III. p. 214), heißt noch jetzt eine Spitze Pico de Gaira.

der Aequinoctiallinie höchstens 10° absteht, den Schnee dauernd behält." Die untere Grenze des ewigen Schnees in einer gegebenen Breite ist die Sommergrenze der Schneelinie, d. i. das Maximum der Höhe, bis zu welcher sich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurückzieht. Man muß von dieser Höhe drei andere Phänomene unterscheiden: die jährliche Schwankung der Schneegrenze; das Phänomen des sporadischen Schneefalles; und das der Gletscher, welche der gemäßigten und kalten Zone eigenthümlich scheinen, und über welche, nach Saussure's unsterblichem Werke über die Alpen, in diesen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrotzender Ausdauer Agassiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde steigen nicht hinauf bis zu der ätherisch-olympischen Höhe, zu den dünnen, trockenen Luftschichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß sie nicht mehr Dunstbläschen, in Eiskrystalle verwandelt, dem Auge sichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze ist aber nicht bloß eine Function der geographischen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur; der Aequator, ja selbst die Tropenregion, ist nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, ist ein sehr zusammengesetztes, im allgemeinen von Verhältnissen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggestaltung abhängig. Unterwirft man diese Verhältnisse einer noch specielleren Analyse, wie eine große Menge neuerer Messungen*) es erlauben, so erkennt man als gleichzeitig bestimmende Ursachen: die Temperaturdifferenz der verschiedenen Jahreszeiten; die Richtung der herrschenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land; den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftschichten; die absolute Größe (Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemassen; das Verhältniß der Schneegrenze zur Gesammthöhe des Berges; die relative Stellung des letzteren in der Bergkette; die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufsteigt, und die eine Seeküste oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, sandig und dürre und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden sein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich ist, und sie im Hochlande von Mexico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Messungen, sich ohngefähr um 960 Fuß senkt; steigt sie nach Pentland in der südlichen Tropenzone (Br. 14°½—18°), nicht in der östlichen, sondern in der meernahen westlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unsern Quito, am Chimborazo, am Cotopaxi und am Antisana. Der Dr. Gillies behauptet sogar noch weit südlicher, am Abhange des Vulkans von Peuquenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwischen 2270 und 2350 Toisen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunstung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel ist so mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöstlich von Valparaiso (Br. 32°½), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einst ohne Schnee gesehen wurde†).

In der fast gleichen nördlichen Breite (30¾ bis 31°), am Himalaya liegt die Schneegrenze am südlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toisen oder 12180 Fuß), in

*) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von 71° ¼ nördlicher bis 53° 54′ südlicher Breite in Asie centrale T. III, p. 360.

†) Darwin, Journal of the voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, so darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneelosigkeit (wie bisweilen am Cotopaxi) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erhitzter Luft auf Spalten) zuschreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

welcher man sie nach mehrfachen Combinationen und Vergleichungen mit andern Bergketten vermuthen konnte; am nördlichen Abhange aber, unter der Einwirkung des Hochlandes von Tübet, dessen mittlere Erhebung an 1800 Toisen (10800 Fuß) zu sein scheint, liegt die Schneegrenze 2600 Toisen (15600 Fuß) hoch. Diese, in Europa und Indien oft besprittene Erscheinung, über deren Ursachen ich seit dem Jahre 1820 meine Ansichten in mehreren Schriften entwickelt habe*), gewährt mehr als ein bloß physikalisches Interesse; sie hat einen wichtigen Einfluß auf das Leben zahlreicher Volksstämme ausgeübt. Meteorologische Processe des Luftkreises gestatten und entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdstriche eines Continents.

Da mit der Temperatur die Dampfmenge des Luftkreises zunimmt, so ist dieses, für die ganze organische Schöpfung so wichtige Element nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen verschieden. Das neuerlichst so allgemein verbreitete Verfahren, durch Anwendung von August's Psychrometer, nach Dalton's und Daniell's Ideen, vermittelst des Unterschiedes des Thaupunkts und der Luftwärme die relative Dampfmenge oder den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu bestimmen, hat unsere Kenntniß der hygrometrischen Verhältnisse der Erdoberfläche ansehnlich vermehrt. Temperatur, Luftdruck und Windrichtung stehen im innigsten Zusammenhange mit der belebenden Feuchtigkeit der Luftschichten. Diese Belebung ist aber nicht sowohl Folge der unter verschiedenen Zonen aufgelösten Dampfmenge, sondern der Art und Frequenz der Niederschläge als Thau, Nebel, Regen und Schnee, welche den Boden benetzen. Nach der Ermittelung des Drehungsgesetzes von Dove und den Ansichten dieses ausgezeichneten Physikers†) ist in unserer nördlichen Zone „die Elasticität des Dampfes am größten bei Südwestwind, am kleinsten bei Nordostwind. Auf der Westseite der Windrose vermindert

*) S. mein Second Mémoire sur les Montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. XIV. p. 5—35 und Asie centrale T. III p. 281—311. Während in Indien selbst die gründlichsten und erfahrensten Reisenden, Colebrooke, Webb und Hodgson, Victor Jacquemont, Forbes Royle, Carl von Hügel und Vigne, welche alle den Himalaya aus eigener Anschauung kannten, die größere Höhe der Schneegrenze am tübetischen Abfall bekräftigt hatten; wurde die Thatsache von John Gerard, von dem Geognosten Mac Clelland, Herausgeber des Calcutta Journal, und vom Lieutenant Thomas Hutton (Assistant Surveyor of the Agra Division) in Zweifel gestellt. Die Erscheinung meines Werks über Central-Asien hat den Streit von neuem angefacht. Ein eben angekommenes Stück des ostindischen Journals für Naturgeschichte (Mac Clelland and Griffith, the Calcutta Journal of natural history Vol. IV. 1844 January) enthält aber eine merkwürdige und sehr entscheidende Erklärung über die Schneegrenzen am Himalaya. Herr Batten (Bengal Service) schreibt aus dem Lager von Semulka am Cosillah River in der Provinz Kumaon: „Erst spät, aber mit Verwunderung, sehe ich die Behauptungen des Herrn Thomas Hutton über die Grenze des ewigen Schnees. Ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig solchen Behauptungen zu widersprechen, als Herr Mac Clelland so weit geht, zu dem Bedauern zu sprechen, welches sich Herr Hutton (Journal of the Asiatic Society of Bengal Vol. IX. Calcutta 1840 p. 575. 578 und 580) dadurch soll erworben haben, daß er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt. Es wird sogar irrig behauptet, daß jeder, welcher das Himalaya-Gebirge durchstrichen ist, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin Einer von denen, die den westlichen Theil unserer mächtigen Gebirgskette am meisten besucht haben. Ich war durch den Borends-Paß in das Sutlej-Thal und das untere Kunawur-Land gedrungen, und durch den hohen Rupin-Paß in die Nelang-Berge von Gurwal zurückgekehrt. Ich drang vor zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri, wendete mich von da zu den Ganges-Zuflüssen von Mundakni und Wischnu-Alaknunda nach Kadarnath und dem berühmten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Paß nach dem tübetischen Hochlande. Die Ansiedelung von Bhote-Mehals habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingebornen Reisenden in Verkehr gesetzt, mit solchen, die ich auf das sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können. Nach allen auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheidigen, daß in dem Himalaya die Grenze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetischen) Abhange höher liegt als an dem südlichen (indischen) Abhange. Herr Hutton verunstaltet das Problem, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht der Erscheinung zu widerlegen glaubt; er sucht gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantasiebild, er sucht zu beweisen, was wir ihm gern zugeben, daß an einzelnen Bergen des Himalaya der Schnee länger auf der nördlichen als auf der südlichen Seite liegen geblieben ist." (Vergl. auch oben die Note † zu Seite 11.) Wenn die mittlere Höhe des tübetischen Hochlandes 1800 Toisen (10800 Fuß) ist, so kann man dasselbe mit dem lieblich fruchtbaren peruanischen Plateau von Caramarca vergleichen. Es ist nach dieser Ansicht aber noch 1200 Fuß niedriger als die Hochebene von Bolivia um den See von Titicaca und als das Straßenpflaster der Stadt Potosi. Ladak liegt nach Vigne's Messung mittelst der Bestimmung des Siedepunkts 1563 Toisen hoch. Wahrscheinlich ist dies auch die Höhe von H'Lassa (Bul-sung), einer Mönchsstadt, welche chinesische Schriftsteller das Reich der Freude nennen und welche mit Weinbergen umgeben ist. Sollten diese nicht in tief eingeschnittenen Thälern liegen?

†) Vergl. Dove, meteorologische Vergleichung von Nordamerika und Europa, in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 311, und dessen Meteorologische Untersuchungen S. 140.

ſie ſich, und ſteigt hingegen auf der Oſtſeite. Auf der Weſtſeite nämlich verdrängt der kalte, ſchwere, trockne Luftſtrom den warmen, leichten, viel Waſſerdampf enthaltenden: während auf der Oſtſeite dieſer durch jenen verdrängt wird. Der Südweſtſtrom iſt der durchgedrungene Aequatorialſtrom, der Nordoſtſtrom der allein herrſchende Polarſtrom."

Das anmuthig friſche Grün vieler Bäume, welches man in ſolchen Gegenden der Tropenländer bemerkt, wo fünf bis ſieben Monate lang kein Gewölk am Himmelsgewölbe aufſteigt, wo bemerkbar kein Thau und Regen fallen, beweiſt, daß die appendiculären Theile (die Blätter) durch einen eigenen Lebensproceß, welcher vielleicht nicht bloß der einer kälteerregenden Ausſtrahlung iſt, die Fähigkeit haben Waſſer der Luft zu entziehen. Mit den regenloſen, dürren Ebenen von Cumana, Coro und Ceara (Nordbraſilien) contraſtirt die Regenmenge, welche in anderen Tropengegenden fällt: z. B. in der Havana nach einem Durchſchnitt von ſechsjährigen Beobachtungen von Ramon de la Sagra im Mitteljahre 102 Pariſer Zoll, vier- bis fünfmal ſo viel als in Paris und Genf*). An dem Abhange der Andeskette nimmt mit der Höhe, wie die Temperatur, ſo auch die Regenmenge†) ab. Sie iſt von meinem ſüdamerikaniſchen Reiſegefährten Caldas in Santa Fe de Bogota auf einer Höhe von faſt 8200 Fuß nicht über 37 Zoll, alſo wenig größer wie an einigen weſtlichen Küſten von Europa, gefunden worden. Bouſſingault ſah bisweilen in Quito bei einer Temperatur von 12°—13° das Sauſſure'ſche Hygrometer auf 26° zurückgehen. In 6600 Fuß hohen Luftſchichten (bei einer Temperatur von 4°) ſah Gay-Luſſac in ſeiner großen aeroſtatiſchen Aſcenſion an demſelben Feuchtigkeitsmeſſer auch 25°,3. Die größte Trockenheit, die man bisher auf der Erde in den Tiefländern beobachtet hat, iſt wohl die, welche wir, Guſtav Roſe, Ehrenberg und ich, im nördlichen Aſien fanden, zwiſchen den Flußthälern des Irtyſch und Obi. In der Steppe Platowſkaja, nachdem die Südweſtwinde lange aus dem Inneren des Continents geweht hatten, bei einer Temperatur von 23°,7, fanden wir den Thaupunkt 4°,3 unter dem Gefrierpunkt. Die Luft enthielt nur noch $^{16}/_{100}$ Waſſerdampf‡). Gegen die größere Trockenheit der Bergluft, welche aus Sauſſure's und meinen Hygrometermeſſungen in der hohen Region der Alpen und der Cordilleren zu folgen ſcheint, haben in dieſen letzten Jahren genaue Beobachter, Kämtz, Bravais und Martins, Zweifel erregt. Man verglich die Luftſchichten in Zürich und auf dem, freilich nur in Europa hoch zu nennenden Faulhorn||). Die Näſſe, durch welche in der Tropenregion der Paramos (nahe der Gegend, wo Schnee zu fallen beginnt, zwiſchen 11000 und 12000 Fuß Höhe) einige Arten von großblüthigen, myrtenblättrigen Alpenſträuchen faſt perpetuirlich getränkt werden, zeugt nicht eigentlich für das Daſein einer großen abſoluten Menge des Waſſerdunſtes in jener Höhe; dieſe Näſſe beweiſt nur, wie der häufige Nebel in dem ſchönen Plateau von Bogota, die Frequenz der Niederſchläge. Nebelſchichten in ſolchen Höhen entſtehen und verſchwinden bei ruhiger Luft mehrmals in einer Stunde. Solcher ſchnelle Wechſel charakteriſirt die Hochebenen und Paramos der Andeskette.

Die Electricität des Luftkreiſes, man mag ſie in den unteren Regionen oder in der hohen Wolkenhülle betrachten, problematiſch in ihrem ſtillen periodiſchen täglichen Gange wie in den Exploſionen des leuchtenden und krachenden Ungewitters, ſteht in

*) Die mittlere Regenmenge in Paris iſt nach Arago von 1805 bis 1822 geweſen: 18 Zoll 9 Linien, in London (von 1812 bis 1827) nach Howard 23 Zoll 4 Linien, in Genf nach einem Mittel von 32 Jahren 28 Zoll 8 Linien. In der Küſtengegend von Hinduſtan iſt die Regenmenge 108 bis 120 Zoll, und in der Inſel Cuba fielen 1821 volle 133 Zoll. Vergl. über die Vertheilung der Regenmenge im mittleren Europa nach Jahreszeiten die vortrefflichen Beobachtungen von Gaſparin, Schouw und Bravais in der Bibliothèque univerſelle T. XXXVIII. p. 54 und 264, Tableau du Climat de l'Italie p. 76 und Martins Noten zu ſeiner ſehr bereicherten franzöſiſchen Ueberſetzung von Kämtz Vorleſungen über Meteorologie p. 142.

†) Nach Bouſſingault (Économie rurale T. II. p. 693) war in Marmato (Breite 5° 27', Höhe 727' und mittlere Temperatur 20°,4) in den Jahren 1833 und 1834 die mittlere Regenmenge 60 Zoll 2 Linien, während in Santa Fe de Bogota (Breite 4° 20', Höhe 1358' und mittlere Temperatur 14°,5) ſie nur 37 Zoll 1 Linie betrug.

‡) S. über das Detail dieſer Beobachtung meine Asie centrale T. III. p. 85—89 und 567; über den Dampfgehalt im Tieflande vom tropiſchen Südamerika meine Relat. hist. T. I. p. 242—248, T. II. p. 45, 164.

||) Kämtz, Vorleſungen über Meteorologie S. 117.

vielfachem Verkehr mit allen Erscheinungen der Wärmevertheilung, des Drucks der Atmosphäre und ihrer Störungen, der Hydrometeore, wahrscheinlich auch des Magnetismus der äußersten Erdrinde. Sie wirkt mächtig ein auf die ganze Thier- und Pflanzenwelt: nicht etwa bloß durch meteorologische Processe, durch Niederschläge von Wasserdämpfen, Säuren oder ammoniacalischen Verbindungen, die sie veranlaßt, sondern auch unmittelbar als electrische (nervenreizende oder Saftumlauf befördernde) Kraft. Es ist hier nicht der Ort den Streit über die eigentliche Quelle der Luftelectricität bei heiterem Himmel zu erneuern, welche bald der Verdampfung unreiner (mit Erden und Salzen geschwängerter) Flüssigkeiten *), bald dem Wachsthum der Pflanzen †) oder andern chemischen Zersetzungen auf der Oberfläche der Erde, bald der ungleichen Wärmevertheilung in den Luftschichten ‡), bald endlich, nach Peltier's scharfsinnigen Untersuchungen ||), der Einwirkung einer stets negativen Ladung des Erdballs zugeschrieben worden ist. Auf die Resultate beschränkt, welche electrometrische Beobachtungen, besonders die zuerst von Colladon vorgeschlagene sinnreiche Anordnung eines electromagnetischen Apparats, gegeben haben, soll die physische Weltbeschreibung die mit der Höhe und der baumfreien Umgebung der Station unbestreitbar zunehmende Stärke der allgemeinen positiven Luftelectricität ¶), ihre tägliche Ebbe und Fluth (nach Clarks Dubliner Versuchen in verwickelteren Perioden, als Saussure und ich sie gefunden), die Unterschiede der Jahreszeiten, des Abstandes vom Aequator, der continentalen und oceanischen Oberflächen angeben.

Wenn im ganzen da, wo das Luftmeer einen flüssigen Boden hat, das electrische Gleichgewicht seltener gestört ist als in der Landluft, so ist es um so auffallender, zu sehen, wie in weiten Meeren kleine Inselgruppen auf den Zustand der Atmosphäre einwirken und die Bildung der Gewitter veranlassen. Im Nebel und bei anfangendem Schneefall habe ich in langen Reihen von Versuchen die vorher permanente Glaselectricität schnell in resinöse übergehen und mehrfach abwechseln sehn, sowohl in den Ebenen der kalten Zone als unter den Tropen in den Paramos der Cordilleren, zwischen 10000 und 14000 Fuß Höhe. Der wechselnde Uebergang war dem ganz gleich, den die Electrometer kurz vor und während des Gewitters angeben **). Haben die Dunstbläschen sich zu Wolken mit bestimmten Umrissen condensirt, so vermehrt sich nach Maaßgabe der Verdichtung die electrische Spannung der äußeren Hülle oder Oberfläche ††), auf welche die Electricität der einzelnen Dunstbläschen überströmt. Die schiefergrauen Wolken haben, nach Peltier's zu Paris angestellten Versuchen, Harz-, die weißen, rosen- und orangefarbenen Wolken Glaselectricität. Gewitterwolken umhüllen nicht bloß die höchsten Gipfel der Andeskette (ich selbst habe die verglasenden Wirkungen des Blitzes auf einem der Felsthürme gefunden, welche in einer Höhe von fast 14300 Fuß den Krater des Vulkans von Toluca überragen); auch über dem Tieflande, in der gemäßigten Zone, sind Gewitterwolken in einer verticalen Höhe von 25000 Fuß gemessen worden ‡‡). Bisweilen senkt sich aber die donnernde Wolkenschicht bis zu fünf-, ja zu dreitausend Fuß Abstand über der Ebene herab.

---

*) Ueber die Bedingungen der Verdampfungs-Electricität bei hoher Temperatur s. Peltier in den Annales de Chimie T. LXXV. p. 330.

†) Pouillet in den Annales de Chimie T. XXXV. p. 405.

‡) De la Rive in seinem vortrefflichen Essai historique sur l'Electricité p. 140.

||) Peltier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII. p. 307; Becquerel, Traité de l'Electricité et du Magnétisme T. IV. p. 107.

¶) Dubrez sur l'Electricité de l'air (Bruxelles 1844) p. 56—61.

**) Humboldt, Relation historique T. III. p. 519. Ich mache hier nur auf diejenigen meiner Versuche aufmerksam, in denen der 3 Fuß lange metallische Leiter des Saussure'schen Electrometers weder auf- und abwärts bewegt, noch nach Volta's Vorschlag mit brennendem Schwamm armirt war. Denjenigen meiner Leser, welche die jetzt streitigen Punkte der Luftelectricität genau kennen, wird der Grund dieser Beschränkung verständlich sein. Ueber die Bildung der Gewitter in den Tropen s. meine Relat. hist. T. II. p. 45 und 202–209.

††) Gay-Lussac in den Annales du Chimie et de Physique T. VIII. p. 167. Nach den abweichenden Ansichten von Lamé, Becquerel und Peltier ist über die Ursach der specifischen Vertheilung der Electricität in Wolken, deren einige eine positive oder eine negative Spannung haben, bisher schwer zu entscheiden. Auffallend ist die zuerst von Tralles aufgefundene, von mir oft in verschiedenen Breiten bestätigte, negative Electricität der Luft, die bei hohen Wasserfällen Zerstäubung der Wassertropfen veranlaßt und in drei- bis vierhundert Fuß Entfernung für sensible Electrometer bemerkbar ist.

‡‡) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1839 p. 246.

Nach Arago's Unterſuchungen, den umfaſſendſten, welche wir bisher über dieſen ſchwierigen Theil der Meteorologie beſitzen, ſind die Lichtentbindungen (Blitze) dreierlei Art: zickzackförmige, ſcharf an den Rändern begrenzte; Blitze, die das ganze, ſich gleichſam öffnende Gewölk erleuchten; Blitze in Form von Feuerkugeln *). Wenn die erſteren beiden Arten kaum $^1/_{1000}$ der Secunde dauern, ſo bewegen ſich dagegen die globulären Blitze weit langſamer; ihre Erſcheinung hat eine Dauer von mehreren Secunden. Bisweilen (und neue Beobachtungen beſtätigen das ſchon von Nicholſon und Beccaria beſchriebene Phänomen) werden ganz ohne vernehmbaren Donner, ohne Anzeige von Gewitter iſolirte Wolken, welche hoch über dem Horizont ſtehn, ohne Unterbrechung auf lange Zeit leuchtend im Innern und an den Rändern, auch hat man fallende Hagelkörner, Regentropfen und Schneeflocken ohne vorhergegangenen Donner leuchten geſehn. In der geographiſchen Vertheilung der Gewitter bietet das peruaniſche Küſtenland, in dem es nie blitzt und donnert, den auffallendſten Contraſt mit der ganzen übrigen Tropenzone dar, in welcher ſich zu gewiſſen Jahreszeiten faſt täglich, 4 bis 5 Stunden nach der Culmination der Sonne, Gewitter bilden. Nach den vielen von Arago geſammelten Zeugniſſen der Seefahrer (Scoresby, Parry, Roß, Franklin) iſt nicht zu bezweifeln, daß im allgemeinen im hohen Norden zwiſchen 70° und 75° Breite electriſche Exploſionen überaus ſelten †) ſind.

Der meteorologiſche Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beſchließen, zeigt, daß alle Proceſſe der Lichtabſorption, der Wärmeentbindung, der Elaſticitätsveränderung, des hygrometriſchen Zuſtandes und der electriſchen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, ſo innig mit einander zuſammenhangen, daß jeder einzelne meteorologiſche Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Dieſe Mannigfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnern, welche in den Himmelsräumen die nahen und beſonders die kleinſten Weltkörper (Trabanten, Cometen, Sternſchnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erſchwert die Deutung der verwickelten meteorologiſchen Erſcheinungen; ſie beſchränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbeſtimmung atmoſphäriſcher Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens ſo wichtig wäre. Diejenigen, welche den Werth der Meteorologie nicht in die Kenntniß der Phänomene ſelbſt, ſondern in jene problematiſche Vorherbeſtimmung ſetzen, ſind von der feſten Ueberzeugung durchdrungen, daß der Theil der Naturwiſſenſchaft, um den ſo viele Reiſen in ferne Berggegenden unternommen worden ſind, die Meteorologie, ſich ſeit Jahrhunderten keiner Fortſchritte zu rühmen habe. Das Vertrauen, das ſie den Phyſikern entziehen, ſchenken ſie dem Mondwechſel und gewiſſen lange berufenen Calendertagen.

„Große Abweichungen von der mittleren Temperaturvertheilung treten ſelten local auf, ſie ſind meiſt über große Länderſtrecken gleichmäßig vertheilt. Die Größe der Abweichung iſt an einer beſtimmten Stelle ein Maximum und nimmt dann nach den Grenzen hin ab. Werden dieſe Grenzen überſchritten, ſo findet man ſtarke Abweichungen im entgegengeſetzten Sinne. Gleichartige Witterungsverhältniſſe finden ſich häufiger von Süden nach Norden als von Weſten nach Oſten. Am Ende des Jahres 1829 (als ich meine ſibiriſche Reiſe vollendete) fiel das Maximum der Kälte nach Berlin, während Nordamerika ſich einer ungewöhnlichen Wärme erfreute. Es iſt eine ganz willkührliche Annahme, daß auf einen ſtrengen Winter ein heißer Sommer, auf einen milden Winter ein kühler Sommer folge.“ Die ſo verſchiedenartig entgegengeſetzten Witterungsverhältniſſe neben einander liegender Länder oder zweier kornbauenden Continente bringen eine wohlthätige Ausgleichung in den Preiſen vieler Producte des Wein- und Ackerbaues hervor. Man hat

*) A. a. O. p. 249—266 (vergl. p. 268—279).

†) A. a. O. p. 388—391. Der um die Meteorologie des aſiatiſchen Nordens hoch verdiente Akademiker von Baer hat nicht die große Seltenheit der Gewitter in Island und Grönland in Abrede geſtellt, er hat nur angezeigt (Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1838 Mai) daß man auch in Novaja Semlja und Spitzbergen bisweilen habe donnern gehört.

mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen*) Luftschichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht, während das Thermometer und Psychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermischen und hygrometrischen Modificationen der oberen Luftregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder in aerostatischen Reisen fehlen, nur aus hypothetischen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtigkeitsbestimmer dienen kann. Wichtige Witterungsveränderungen haben nicht eine örtliche Ursach an dem Beobachtungsorte selbst; sie sind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftströmungen begonnen hat, meist nicht an der Oberfläche der Erde, sondern in den höchsten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchsichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die gethürmte Haufenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil also Unzugänglichkeit der Erscheinungen sich zu der Vervielfältigung und Complication der Störungen gesellt, hat es mir immer geschienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerst in der heißen Zone suchen müsse: in jener glücklichen Region, wo stets dieselben Lüfte wehen, wo Ebbe und Fluth des atmosphärischen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electrischer Explosionen periodisch wiederkehrend sind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganischen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in seiner Gestaltung, seiner inneren Wärme, seiner electro-magnetischen Ladung, seinem Lichtprocesse an den Polen, seiner Vulcanismus genannten Reaction gegen die starre, mannigfach zusammengesetzte, äußere Rinde, endlich in den Erscheinungen seiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geschildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der physischen Erdbeschreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltansicht zu einem höheren Standpunkte sich zu erheben strebt, würde jenes Naturbild seines anmuthigsten Reizes beraubt erscheinen, wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organischen Lebens in den vielen Abstufungen seiner typischen Entwicklung darböte. Der Begriff der Belebtheit ist so an den Begriff von dem Dasein der treibenden, unablässig wirksamen, entmischend schaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper sich regen, daß in den ältesten Mythen der Völker diesen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeschrieben, ja der Zustand einer unbelebten Oberfläche unsres Planeten in die chaotische Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empirische Gebiet objectiver sinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dermaligen Zustandes unsres Planeten gehören nicht die geheimnißvollen und ungelösten Probleme des Werdens.

Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen†) fremd, wenn das Wort Geschichte

---

*) Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 285. Ueber Gegensätze der Wärmevertheilung in Osten und Westen, Europa und Nordamerika, s. Dove, Repertorium der Physik Bd. III. S. 392—395.)

†) Die Geschichte der Pflanzen, welche auf eine geistreiche Art und mit wenigen Zügen Endlicher und Unger geschildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner Unterirdischen Flora angehängten Aphorismen auf folgende Weise von der Pflanzen-Geographie getrennt: „Geognosia naturam animatam et inanimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, corpora organica aeque ac inorganica considerat. Sunt enim tria, quibus absolvitur, capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aerem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto

hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende," d. h. über den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur darauf aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unseren Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich durch die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf- und absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung kornigen Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömung der Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die sonderbaren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermoose und Tangarten, in welchen der, der Wissenschaft zu früh entrissene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fast unbewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der

---

in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, *historia naturalis* perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu denuo nudatam, iterumque siccatam et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctologica, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae." (Humboldt, Flora Fribergensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die sich selbst bestimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede ist, vergl. die merkwürdige Stelle des Aristoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, wo der Unterschied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Bestimmungsgrund der Bewegung gesetzt wird. Von der „ernährenden Pflanzenseele", sagt der Stagirite, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „stillen, nicht zu erweckenden Schlummer liegen." (Aristot. de generat. animal. V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, die sie zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Bekker).

Polarländer" auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitän James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78° 10′, wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Polygastren, ja Coscinodisken, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselschalige Polygastren und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, heraufgezogen."

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kieselerde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschöpften Wasserproben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Oscillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Filze kieselschaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastren von den Cockburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam*).

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart†). In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung‡) die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die

*) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Akad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844.

†) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

‡) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mut-

kleinſten der Infuſorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmeſſer von $^1/_{3000}$ einer Linie, und doch bilden die kieſelſchaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdiſche belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend und wohlthätig dem fühlenden Menſchen, gehört jeder Zone an; am mächtigſten wird er gegen den Aequator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambuſen und der baumartigen Farn, da wo von dem mollusken- und corallenreichen Meeresufer der Boden ſich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältniſſe der Pflanzen und Thiere umfaſſen faſt alle Höhen und Tiefen. Organiſche Gebilde ſteigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entſtanden ſind, auch in natürlichen Höhlen, die zum erſten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteoriſche Tagewaſſer auf Spalten eindringen konnten, habe ich ſchneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Geflechte einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eieröhren der Gletſcher am Mont Roſe, in Grindelwald und dem Oberen Aargletſcher; Chionaea araneoides, von Dalman beſchrieben, und die microſcopiſche Discerea nivalis (einſt Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unſerer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war ſchon dem Ariſtoteles, wahrſcheinlich in den macedoniſchen Gebirgen, bekannt geworden*). Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Geſtein farbig, aber ſparſam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe ſchöne Phanerogamen, das wollige Culcitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Inſekten (Hydropolus thermalis), Galionellen, Oſcillatorien und Conferven; ſie tränken ſelbſt die Wurzelfaſern phanerogamiſcher Gewächſe. Wie Erde, Luft und Waſſer bei den verſchiedenſten Temperaturen belebt ſind, ſo iſt es auch das Innre der verſchiedenſten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröſchen wie im Lachſe; nach Nordmann ſind oft alle Flüſſigkeiten der Fiſchaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt: ja in den Kiemen des Bleies lebt das wunderſame Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforſcher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachſen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden verſehen.

Wenn auch die Exiſtenz von ſogenannten Meteor-Infuſorien mehr als zweifelhaft iſt, ſo darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenſtaub jährlich aus der Atmoſphäre herabfällt, auch kleine Infuſionsthiere, mit dem Waſſerdampf paſſiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftſchichten ſchweben können†). Dieſer Umſtand iſt bei dem uralten Zwiſte über eine mutterloſe Zeugung‡) (generatio spontanea) in ernſte

---

terkörpers und durch Einſchieben neuer Subſtanz ſ. Ehrenberg von den jetzt lebenden Thierarten der Kreidebildung, in den Abhandl. der Berliner Akad. der Wiſſ. 1839 S. 94. Die größte zeugende Kraft der Natur iſt in den Vorticellen. Schätzungen der möglich raſcheſten Maſſenentwicklung finden ſich in Ehrenberg's großem Werke: Die Infuſionsthierchen als vollkommne Organismen 1838 S. XIII, XIX und 244. „Die Milchſtraße dieſer Organismen geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Bacterium und Bodo.“ Die Allbelebtheit der Natur iſt ſo groß, daß kleinere Infuſionsthiere paraſitiſch auf größeren leben, ja, daß die erſteren wiederum anderen zum Wohnſitz dienen (S. 194, 211 und 512).

*) Ariſtot. Hist. Animal. V, 19 p. 552 Bekk.

†) Ehrenberg a. a. O. S. XIV, 122 und 493. Zu der raſchen Vermehrung der kleinſten Organismen geſellt ſich noch bei einigen (Weizen-Aalchen, Räderthieren, Waſſerbären oder Tardigraden) die wunderbare Ausdauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrocknung im luftleeren Raume durch Chlorkalk und Schwefelſäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die Wiedererweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe die ſchönen Verſuche des Herrn Doyère in Mém. sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im Allgemeinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrockneter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

‡) Man vergleiche über die vermeinte primitive „Umbildung der organiſirten oder unorganiſirten Materie zu Pflanzen und Thieren Ehrenberg in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XXIV. S. 1—48 und deſſelben Infuſionsthierchen S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Phyſiologie des Menſchen (4te Aufl. 1844) Bd. I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig ſcheint mir, daß Auguſtinus der Kirchenvater ſich in ſeinen Fragen: wie möglicherweiſe die Inſeln nach der großen Fluth haben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen können, der ſogenannten keim- und mutterloſen Zeugung“ (generatio aequivoca spontanea aut primaria) keineswegs abgeneigt bezeigt. „Haben,“ ſagt er, „die Engel die Thiere nicht auf abgelegene Inſeln gebracht, oder

Betrachtung zu nehmen: um ſo mehr als Ehrenberg, wie ſchon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregion, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdiſchen Inſeln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikaniſchen Küſte ausgeſetzt ſind, Reſte von 18 Arten kieſelſchaliger polygaſtriſcher Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verſchiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, alſo nach der Geſtaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren iſt es ein wichtiger Unterſchied ihrer Lebensweiſe, ob ſie iſolirt (vereinzelt) oder geſellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich geſellige Pflanzen*) genannt habe, bedecken einförmig große Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Mooſe in den öden Flachländern des nördlichen Aſiens, Gräſer und orgelartig aufſtrebende Cacteen, Avicennia und Mangleſträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltiſchen und ſibiriſchen Ebnen. Dieſe Art der geographiſchen Vertheilung beſtimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengeſtalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptſächlich den phyſiognomiſchen Charakter†) einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, ſo mannigfaltig und reizend, ſo mehr angeeignet es unſeren Gefühlen der Zuneigung oder des Abſcheues iſt, bleibt faſt demſelben fremd, wirkt wenigſtens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künſtlich die Herrſchaft geſelliger Pflanzen, und ſo an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten ſie den Untergang wildwachſenden Pflanzen und ſiedeln andere, die dem Menſchen auf fernen Wanderungen folgen, abſichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widerſteht kräftiger dieſen gewaltſamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landſtrecken durchzogen, Gebirgsgruppen beſtiegen hatten, in denen die Klimate ſchichtenweiſe über einander gelagert ſind, mußten ſich früh angeregt fühlen von einer geſetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie ſammelten rohe Materialien für eine Wiſſenſchaft, deren Name noch nicht ausgeſprochen war. Dieſelben Zonen (Regionen) der Gewächſe, welche als Jüngling der Cardinal Bembo‡) am Abhange des Aetna im ſechzehnten Jahrhundert beſchrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich ſcharfſinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verſchiednen Breiten; er bemerkte zuerſt, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresſpiegel auf die Vertheilung der Gewächſe wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Men-

---

etwa jagdluſtige Bewohner der Continente, ſo müſſen ſie aus der Erde unmittelbar entſtanden ſein; wobei freilich die Frage entſteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche verſammelt worden waren." „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit." Auguſtinus, de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Biſchof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der frühеſten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Aſien in Verbindung geſetzt, ganz wie in der paradieſiſchen Terraſſen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam: humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticam et Aegyptium mare decurrant." Juſtinus lib. II. cap. I. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, iſt ſo uralt, daß wir ſie ſchon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien," ſagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu ſein, gegen Norden immer höher und höher anſteigen."

*) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

†) Ueber die Phyſiognomik der Gewächſe in Humboldt, Anſichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

‡) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine ſchöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

zel in einer unedirten Flora von Japan ſprach zufällig den Namen der Geographie der Pflanzen aus. Dieſer Name findet ſich wieder in den phantaſtiſchen, aber anmuthigen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wiſſenſchaftliche Behandlung des Gegenſtandes hat erſt angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Lehre von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, als man die Gewächſe nach natürlichen Familien ordnen, und ſo numeriſch unterſcheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in welchem Zahlenverhältniß in verſchiedenen Erdſtrichen jede Familie zu der ganzen daſelbſt wachſenden Maſſe der Phanerogamen ſtehe. Es iſt ein glücklicher Umſtand meines Lebens geweſen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich faſt ausſchließend mit Botanik beſchäftigte, meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatiſch contraſtirten Natur begünſtigt, ſich auf die eben genannten Gegenſtände der Unterſuchung richten konnten.

Die geographiſche Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerſt allgemeine und großentheils ſehr richtige Anſichten aufgeſtellt, hat in neueren Zeiten aus den Fortſchritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen der Iſothermen, beſonders die der iſochimenen, offenbaren ſich in den Grenzen, welche gewiſſe Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipfel ſchneebedeckter Gebirge, ſelten überſteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der ſcandinaviſchen Halbinſel faſt zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gleicher Winterwärme ſo auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saamen vieler iſt mit eigenen Organen zur weiten Luftreiſe verſehen. Einmal angewurzelt, ſind ſie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftſchicht, welche ſie umgiebt. Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Iſotheren ſich wölben und heiße Sommer auf eine ſtrenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem oſtindiſchen gar nicht verſchieden, ſtreift jeden Sommer im nördlichen Aſien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, wie Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben*).

Die Gruppirung oder Aſſociation der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt ſind, ſcheint mir, nach dem, was ich von der Erde geſehen, keineswegeſ das Vorherrſchen einzelner Familien ſo zu offenbaren, daß man berechtigt ſein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Seitamineen geographiſch aufzuſtellen. Meine individuelle Anſicht bleibt in dieſem Punkte abweichend von der Anſicht mehrerer der ausgezeichnetſten und mir befreundeten Botaniker Deutſchlands. Der Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäiſchen Rußland und von Nord-Aſien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältniſſen des Zuſammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wieſen- und Steppenlande herrſchen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unſern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieſes Vorherrſchen der Formen iſt nur ſcheinbar, und täuſchend wegen des Anblickes, den geſellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen als die endloſen Llanos zwiſchen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zuſammenleben der Formen, die ſich theilweiſe erſetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung liegt der Geſammteindruck von Fülle und Mannigfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabiliſchen Natur.

---

*) Ehrenberg in den Annales des Sciences naturelles T. XXI. p. 387—412; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

Ich bin in dieser fragmentaren Betrachtung der Erscheinungen des Organismus von den einfachsten Zellen *), gleichsam dem ersten Hauche des Lebens, zu höheren Bildungen aufgestiegen. „Das Zusammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem bestimmt geformten Cytoblasten, um den sich blasenförmig eine Membrane als geschlossene Zelle bildet," ist entweder durch eine schon vorhandene Zelle veranlaßt, so daß Zelle durch Zelle entsteht †), oder der Zellenbildungsproceß ist wie bei den sogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemischen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollste Art des Werdens durfte hier nur leise berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die schon entwickelten Keime, ihre Ansiedelung durch willkührliche oder unwillkührliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Gesammtvertheilung auf dem Erdkörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenn gleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenn gleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologischen Processen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch diese Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbestrittene Problem von der Möglichkeit gemeinsamer Abstammung in den Ideenkreis, welchen die physische Weltbeschreibung umfaßt. Es soll die Untersuchung dieses Problems, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menschliches Interesse das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermessene Reich der Sprachen, in deren verschiedenartigem Organismus sich die Geschicke der Völker ahnungsvoll abspiegeln, steht am nächsten dem Gebiet der Stammverwandtschaft; und was selbst kleine Stammverschiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geistiger Cultur die hellenische Welt. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Umwandelbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Gestaltung verweilte und sich der Lebhaftigkeit der ersten sinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden, die Racen nicht als bloße Abarten, sondern als ursprünglich verschiedene Menschenstämme zu betrachten. Die Festigkeit gewisser Typen ‡) mitten unter der feindlichsten Einwirkung äußerer, besonders klimatischer Potenzen schien eine solche Annahme zu begünstigen, so kurz auch die Zeiträume sind, aus denen historische Kunde zu uns gelangt ist. Kräftiger aber sprechen, auch meiner Ansicht nach, für die Einheit des

*) Schleiden über die Entwicklungsweise der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1838 S. 137—176; desselben Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Physiologie des Menschen 1840 Th. II. S. 614.

†) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

‡) Tacitus unterscheidet in seinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) sehr schön, was den klimatischen Einwirkungen der Gegend, was, bei eingewanderten Stämmen, der alten, unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: Britanniam qui mortales initio coluerunt, indigenae an advecti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt. proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, positio caeli corporibus habitum dedit." Vergl. über die Ausdauer der Gestaltungstypen in heißen und kalten Erd- und Bergstrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 598—403, T. II. p. 572—574.

Menschengeschlechts die vielen Mittelstufen*) der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raschen Fortschritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben, die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclassen, die sicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Bastarderzeugung†) haben gesammelt werden können. Der größere Theil der Contraste, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, ist durch die fleißige Arbeit Tiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomischen Untersuchungen Vrolik's und Weber's über die Gestalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikanischen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk so viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt und sie dazu noch mit den Stämmen des südindischen und westaustralischen Archipels, mit den Papuas und Alfourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht, so sieht man deutlich, daß schwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Gesichtszüge keineswegs immer mit einander verbunden sind‡). So lange den westlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeschlossen war, mußten einseitige Ansichten sich bilden. Sonnenhitze der Tropenwelt und schwarze Hautfarbe schienen unzertrennlich. „Die Aethiopen," sang der alte Tragiker Theodectes von Phaselis‖), „färbt der nahe Sonnengott in seinem Laufe mit des Russes finsterem Glanz; die Sonnengluth kräuselt ihnen dörrend das Haar." Erst die Heerzüge Alexanders, welche so viele Ideen der physischen Erdbeschreibung anregten, fachten den Streit über den unsicheren Einfluß der Klimate auf die Volksstämme an. „Die Geschlechter der Thiere und Pflanzen", sagt einer der größten Anatomen unsres Zeitalters, Johannes Müller, in seiner alles umfassenden Physiologie des Menschen, „verändern sich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeschriebenen Grenzen. Sie pflanzen sich als Typen der Variation der Arten organisch fort. Aus dem Zusammenwirken verschiedener sowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen sind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen, von welchen sich die auffallendsten Abarten bei denen finden, die der ausgedehntesten Verbreitung auf der Erde fähig sind. Die Menschenracen sind Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; sie sind nicht Arten eines Genus: wären sie das letztere, so würden ihre Bastarde unter sich unfruchtbar sein. Ob die gegebenen Menschenracen von mehreren oder Einem Urmenschen abstammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden."¶)

Die geographischen Forschungen über den alten Sitz, die sogenannte Wiege des Menschengeschlechts haben in der That einen rein mythischen Charakter. „Wir kennen," sagt Wilhelm von Humboldt in einer noch ungedruckten Arbeit über die Verschiedenheit der Sprachen und Völker, „geschichtlich oder auch nur durch irgend sichere Ueberlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen wäre. Ob dieser Zustand der ursprüngliche war oder erst später entstand, läßt sich daher geschichtlich nicht entscheiden. Einzelne, an sehr verschiedenen Punkten der Erde, ohne irgend sichtbaren Zusammenhang, wiederkehrende Sagen verneinen die erstere Annahme, und lassen das ganze Menschengeschlecht von Einem Menschenpaare abstammen. Die weite Verbreitung dieser Sage hat sie bisweilen für eine Urerinnerung der Menschheit halten lassen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung

*) Vergl. über die amerikanische Race im Allgemeinen das Prachtwerk: Samuel George Morton, Crania americana 1839 p. 62–86, wie über die von Pentland mitgebrachten Schädel des Hochlandes von Titicaca im Dublin Journal of medical and chemical Science Vol. V. 1834 p. 475; Alcide d'Orbigny, l'homme américain, considéré sous ses rapports physiol. et mor. 1839 p. 221. S. auch die an feinen ethnographischen Beobachtungen so reiche Reise in das Innere von Nordamerika von Maximilian Prinz zu Wied 1839.

†) Rudolph Wagner über Blendlinge und Bastarderzeugung in seinen Anmerkungen zu Prichard, Naturgesch. des Menschengeschlechts Th. I. S. 174—188.

‡) Prichard Th. I. S. 431, Th. II. S. 363—369.

‖) Onesicritus im Strabo XV p. 690 und 695 Casaub. — Welcker (Griechische Tragödien Abth. III. S. 1078) glaubt, die von Strabo citirten Verse des Theodectes seien einer verlornen Tragödie entlehnt, die vielleicht den Titel Memnon führte.

¶) Joh. Müller, Physiologie des Menschen Bd. II. S. 768, 772—774.

und nichts geſchichtliches zum Grunde lag, ſondern nur die Gleichheit der menſchlichen Vorſtellungsweiſe zu derſelben Erklärung der gleichen Erſcheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geſchichtlichen Zuſammenhang, bloß aus der Gleichheit des menſchlichen Dichtens und Grübelns entſtanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menſchlicher Erfindung, daß ſie die außer aller Erfahrung liegende Erſcheinung des erſten Entſtehens des Menſchengeſchlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weiſe, und ſo erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menſchengeſchlecht ſchon Jahrtauſende hindurch beſtanden hatte, eine wüſte Inſel oder ein abgeſondertes Gebirgsthal mag bevölkert worden ſein. Vergeblich würde ſich das Nachdenken in das Problem jener erſten Entſtehung vertieft haben, da der Menſch ſo an ſein Geſchlecht und an die Zeit gebunden iſt, daß ſich ein Einzelner ohne vorhandenes Geſchlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menſchlichem Daſein faſſen läßt. Ob alſo in dieſer weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entſcheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zuſtand der geſchichtliche war, oder ob das Menſchengeſchlecht von ſeinem Beginnen an völkerweiſe den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus ſich beſtimmen, noch, die Entſcheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für ſich brauchen wollen."

Die Gliederung der Menſchheit iſt nur eine Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbeſtimmten Worte Racen bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeſchichte der Vögel und Fiſche die Gruppirung in viele kleine Familien ſicherer als die in wenige, große Maſſen umfaſſende Abtheilungen iſt, ſo ſcheint mir auch, bei der Beſtimmung der Racen, die Aufſtellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Claſſification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der kaukaſiſchen, mongoliſchen, amerikaniſchen, äthiopiſchen und malayiſchen) befolgen oder mit Prichard ſieben*) Racen (die iraniſche, turaniſche, amerikaniſche, der Hottentotten und Buſchmänner, der Neger, der Papuas und der Alfourous) annehmen; immer iſt keine typiſche Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in ſolchen Gruppirungen zu erkennen. Man ſondert ab, was gleichſam die Extreme der Geſtaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerſtämme, welche nicht in jene Claſſen einzuſchalten ſind, und welche man bald ſcythiſche, bald allophyliſche Racen hat nennen wollen. Iraniſch iſt allerdings für die europäiſchen Völker ein minder ſchlechter Name als kaukaſiſch; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographiſche Benennungen als Ausgangspunkt der Race ſehr unbeſtimmt ſind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben ſoll, wie z. B. Turan (Maweranuahr), zu verſchiedenen Zeiten†) von den verſchiedenſten Volksſtämmen, — indogermaniſchen und finniſchen, nicht aber mongoliſchen Urſprungs —, bewohnt worden iſt.

Die Sprachen als geiſtige Schöpfungen der Menſchheit, als tief in ihre geiſtige Entwicklung verſchlungen, haben, indem ſie eine nationelle Form offenbaren, eine hohe Wich-

*) Prichard Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

†) Die ſpäte Ankunft türkiſcher und mongoliſcher Stämme ſowohl am Orus als in der Kirghiſen-Steppe ſteht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herodot und Hippocrates Mongolen waren, entgegen. Es iſt weit wahrſcheinlicher, daß die Scythen (Scoloten) zu den indo-germaniſchen Maſſa-Geten (Alanen) zu rechnen ſind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name iſt ſpäter fälſchlich rein türkiſchen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), ſaßen damals weit im Oſten von Aſien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de Hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichneter Sprachforſcher, Profeſſor Buſchmann, erinnert, daß ſtatt im Schahnameh, in ſeinen bald mythiſchen bald hiſtoriſchen Anfängen, „einer Feſte der Alanen" am Meer erwähnt, in welche Selm, der älteſte Sohn des Königs Feridun (gewiß ein Paar Jahrhunderte vor Cyrus) ſich flüchten wollte. Die Kirghiſen der ſogenannten ſcythiſchen Steppe ſind urſprünglich ein finniſcher Stamm; ſie ſind jetzt wahrſcheinlich in ihren drei Horden das zahlreichſte aller wandernder Völker, und lebten ſchon im ſechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich ſie geſehen. Der Byzantiner Menander (p. 380—382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chakan der Türken (Tbu-khiu) im Jahr 569 dem vom Kaiſer Juſtinus II. abgeſandten Zemarchus eine Kirghiſen-Sklavin ſchenkte; er nennt ſie eine χρηϊς, und auch bei Abulgaſi (Historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghiſen Kirkiz. Die Aehnlichkeit der Sitten iſt, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein ſehr unſicherer Beweis der Stammähnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tukiu), bei Baſchkiren (Finnen), bei Kirghiſen, bei Torgod und Dſungaren (Mongolen) dieſelben Gewohnheiten des nomadiſchen Lebens, denſelben Gebrauch von Filzzelten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehheerden aufgeſchlagen werden.

tigkeit für die zu erkennende Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Racen. Sie haben diese Wichtigkeit, weil Gemeinschaft der Abstammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, in welchem die Verknüpfung der physischen (körperlichen) Anlagen mit der geistigen Kraft in tausendfältig verschiedener Gestaltung sich darstellt. Die glänzenden Fortschritte, welche das philosophische Sprachstudium im deutschen Vaterlande seit noch nicht einem halben Jahrhundert gemacht, erleichtern die Untersuchungen über den nationellen Charakter*) der Sprachen, über das, was die Abstammung scheint herbeigeführt zu haben. Wie in allen Gebieten idealer Speculation, steht aber auch hier die Gefahr der Täuschung neben der Hoffnung einer reichen und sicheren Ausbeute.

Positive ethnographische Studien, durch gründliche Kenntniß der Geschichte unterstützt, lehren, daß eine große Vorsicht in dieser Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher die Völker sich zu einer bestimmten Zeitepoche bedienten, anzuwenden sei. Unterjochung, langes Zusammenleben, Einfluß einer fremden Religion, Vermischung der Stämme, wenn auch oft nur bei geringer Zahl der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein in beiden Continenten sich gleichmäßig erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz verschiedene Sprachfamilien sich bei einer und derselben Race, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. Asiatische Welteroberer haben am mächtigsten auf solche Erscheinungen eingewirkt.

Sprache ist aber ein Theil der Naturkunde des Geistes; und wenn auch die Freiheit, mit welcher der Geist in glücklicher Ungebundenheit die selbstgewählten Richtungen, unter ganz verschiedenartigen physischen Einflüssen, stetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mächtig zu entziehen strebt, so wird die Entfesselung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas von dem, was den Naturanlagen aus Abstammung, dem Klima, der heiteren Himmelsbläue, oder einer trüben Dampfatmosphäre der Inselwelt zugehört. Da nun der Reichthum und die Anmuth des Sprachbaues sich aus dem Gedanken wie aus des Geistes zartester Blüthe entfalten, so wollen wir nicht, daß bei der Innigkeit des Bandes, welches beide Sphären, die physische und die Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander verknüpft, unser Naturbild des freundlichen Lichtes und der Färbung entbehre, welche ihm die, hier freilich nur angedeuteten Betrachtungen über das Verhältniß der Abstammung zur Sprache verleihen können.

Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme†) von höheren und niederen Menschenracen. Es giebt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesammtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geschichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung sichtbar ist, wenn irgend eine die vielfach bestrittene, aber noch vielfacher mißverstandene Vervollkommnung des ganzen Geschlechtes beweist, so ist es die Idee der Menschlichkeit: das Bestreben, die Grenzen, welche Vorurtheile und einseitige Ansichten aller Art feindselig zwischen die Menschen gestellt, aufzuheben, und die gesammte Menschheit, ohne Rücksicht auf Religion, Nation und Farbe, als Einen großen, nahe verbrüderten Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der freien Entwicklung innerlicher Kraft, bestehendes Ganzes zu behandeln. Es ist dieß das letzte, äußerste Ziel der Geselligkeit, und zugleich die durch seine Natur selbst in ihn gelegte Richtung des Menschen auf unbestimmte Erweiterung seines Daseins. Er sieht den Boden, so weit er sich ausdehnt, den Himmel, so weit, ihm entdeckbar, er von Gestirnen

*) Wilhelm von Humboldt über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues, in dem großen Werke über die Kawi-Sprache auf der Insel Java Bd. I. S. XXI, XLVIII und CCXIV.

†) Das Unerfreulichste und in späteren Zeiten so oft Wiederholte über die ungleiche Berechtigung der Menschen zur Freiheit und über Sklaverei als eine naturgemäße Einrichtung findet sich leider! sehr systematisch entwickelt in Aristoteles Politica I. 3, 5, 6.

umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimath umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Rührende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit." *)

Mit diesen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, spracherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

---

*) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. III. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch folgendes hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Alexanders, die staatsklug bedächtigen der Römer, die wild grausamen der Mexicaner, die despotischen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen, das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke Gemürder, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zuerst, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege weiter gelangt, als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr als sonst etwas im Menschen das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)

Zweites Buch.

Anregungsmittel zum Naturſtudium.

Reflexe der Außenwelt auf die Einbildungskraft: Dichteriſche Naturbeſchreibung — Landſchaftmalerei — Cultur exotiſcher Gewächſe, den phyſiognomiſchen Charakter der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche bezeichnend.

Wir treten aus dem Kreiſe der Objecte in den Kreis der Empfindungen. Die Hauptreſultate der Beobachtung, wie ſie, von der Phantaſie entblößt, der reinen Objectivität wiſſenſchaftlicher Naturbeſchreibung angehören, ſind, eng an einander gereiht, in dem erſten Buche dieſes Werks, unter der Form eines Naturgemäldes, aufgeſtellt worden. Jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichteriſch geſtimmte Einbildungskraft. Es eröffnet ſich uns eine innere Welt. Wir durchforſchen ſie, nicht um in dieſem Buche von der Natur zu ergründen, — wie es von der Philoſophie der Kunſt gefordert wird —, was in der Möglichkeit äſthetiſcher Wirkungen dem Weſen der Gemüthskräfte und den mannigfaltigen Richtungen geiſtiger Thätigkeit zukommt; ſondern vielmehr um die Quelle lebendiger Anſchauung, als Mittel zur Erhöhung eines reinen Naturgefühls, zu ſchildern, um den Urſachen nachzuſpüren, welche, beſonders in der neueren Zeit, durch Belebung der Einbildungskraft ſo mächtig auf die Liebe zum Naturſtudium und auf den Hang zu fernen Reiſen gewirkt haben.

Die Anregungsmittel ſind, wie wir ſchon früher bemerkt haben*), von dreierlei Art: äſthetiſche Behandlung von Naturſcenen, in belebten Schilderungen der Thier- und Pflanzenwelt, ein ſehr moderner Zweig der Literatur; Landſchaftmalerei, beſonders in ſo fern ſie angefangen hat die Phyſiognomik der Gewächſe aufzufaſſen; mehr verbreitete Cultur von Tropengewächſen und contraſtirende Zuſammenſtellung exotiſcher Formen. Jedes der hier bezeichneten Anregungsmittel könnte ſchon ſeiner hiſtoriſchen Beziehungen wegen der Gegenſtand vielumfaſſender Erörterung werden; aber nach dem Geiſte und dem Zweck meiner Schrift ſcheint es geeigneter nur wenige leitende Ideen zu entwickeln, daran zu erinnern, wie die Naturwelt in verſchiedenen Zeitepochen und bei verſchiedenen Volksſtämmen ſo ganz anders auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat, wie in einem Zuſtande allgemeiner Cultur das ernſte Wiſſen und die zarteren Anregungen der Phantaſie ſich gegenſeitig zu durchdringen ſtreben. Um die Natur in ihrer ganzen erhabenen Größe zu ſchildern, darf man nicht bei den äußeren Erſcheinungen allein verweilen; die Natur muß auch dargeſtellt werden, wie ſie ſich im Inneren des Menſchen abſpiegelt, wie ſie durch dieſen Reflex bald das Nebelland phyſiſcher Mythen mit anmuthigen Geſtalten füllt, bald den edlen Keim darſtellender Kunſtthätigkeit entfaltet.

Indem wir uns hier auf die einfache Betrachtung der Anregungsmittel zum wiſſenſchaftlichen Naturſtudium beſchränken, erinnern wir zuerſt an die mehrfach ſich wiederholende Erfahrung, daß oft ſinnliche Eindrücke und zufällig ſcheinende Umſtände in jungen Gemüthern die ganze Richtung eines Menſchenlebens beſtimmen. Kindliche Freude an der Form von Ländern und eingeſchloſſenen Meeren†), wie ſie auf Carten dargeſtellt ſind, der

*) Kosmos, erſtes Buch, S. 25.

†) Die Formen des Continents von Italien, Sicilien, Griechenland, dem caſpiſchen und rothen Meere. S. meine Relation historique du Voy. aux Régions équinoxiales T. I. p. 208.

hang nach dem Anblick der südlichen Sternbilder, dessen unser Himmelsgewölbe entbehrt*), Abbildungen von Palmen und libanotischen Cedern in einer Bilderbibel können den frühesten Trieb nach Reisen in ferne Länder in die Seele pflanzen. Wäre es mir erlaubt eigene Erinnerungen anzurufen, mich selbst zu befragen, was einer unvertilgbaren Sehnsucht nach der Tropengegend den ersten Anstoß gab, so müßte ich nennen: Georg Forster's Schilderungen der Südsee-Inseln; Gemälde von Hodges die Ganges-Ufer darstellend, im Hause von Warren Hastings zu London; einen colossalen Drachenbaum in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin. Die Gegenstände, welche wir hier beispielsweise aufzählen, gehörten den drei Classen von Anregungsmitteln an, die wir früher bezeichneten: der Naturbeschreibung, wie sie einer begeisterten Anschauung des Erdenlebens entquillt, der darstellenden Kunst als Landschaftmalerei, und der unmittelbaren objectiven Betrachtung charakteristischer Naturformen. Diese Anregungsmittel üben aber ihre Macht nur da aus, wo der Zustand moderner Cultur und ein eigenthümlicher Gang der Geistesentwicklung unter Begünstigung ursprünglicher Anlagen die Gemüther für Natureindrücke empfänglicher gemacht hat.

I. Naturbeschreibung. — Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme.

Es ist oftmals ausgesprochen worden, daß die Freude an der Natur, wenn auch dem Alterthume nicht fremd, doch in ihm als Ausdruck des Gefühls sparsamer und minder lebhaft gewesen sei denn in der neueren Zeit. „Wenn man sich," sagt Schiller†) in seinen Betrachtungen über die naive und sentimentale Dichtung, „der schönen Natur erinnert, welche die alten Griechen umgab; wenn man nachdenkt, wie vertraut dieses Volk unter seinem glücklichen Himmel mit der freien Natur leben konnte, wie sehr viel näher seine Vorstellungsart, seine Empfindungsweise, seine Sitten der einfältigen Natur lagen und welch ein treuer Abdruck derselben seine Dichterwerke sind: so muß die Bemerkung befremden, daß man so wenig Spuren von dem sentimentalischen Interesse, mit welchem wir Neueren an Naturscenen und Naturcharakteren hangen können, bei denselben antrifft. Der Grieche ist zwar im höchsten Grade genau, treu, umständlich in Beschreibung derselben, aber mit nicht mehrerem Herzensantheil, als er es in der Beschreibung eines Gewandes, eines Schildes, einer Rüstung ist. Die Natur scheint mehr seinen Verstand als sein moralisches Gefühl zu interessiren; er hängt nicht mit Innigkeit und süßer Wehmuth an derselben, wie die Neueren." So viel wahres und vortreffliches auch im einzelnen in diesen Aeußerungen liegt, so können sie doch keinesweges auf das ganze Alterthum ausgedehnt werden. Auch dürfen wir es wohl eine beschränkte Ansicht nennen, unter dem Alterthum, wenn dasselbe der neueren Zeit entgegengesetzt werden soll, immer nur ausschließlich die hellenische und römische Welt zu verstehen. Dieses Naturgefühl spricht sich in den ältesten Dichtungen der Hebräer und Inder aus: also bei Volksstämmen sehr verschiedener, semitischer und indogermanischer Abkunft.

Wir können auf die Sinnesart der alten Völker nur aus den Aeußerungen der Naturgefühle schließen, welche in den Ueberbleibseln ihrer Literatur ausgesprochen sind; wir müssen daher diesen Aeußerungen um so sorgfältiger nachspüren und sie um so vorsichtiger beurtheilen, als sie sich unter den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung nur

*) Dante, Purg. I, 25—28:
Goder pareva il ciel di lor fiammelle:
O settentrional vedovo sito,
Poi che privato se' di mirar quelle!

†) Schiller's sämmtliche Werke 1826 Bd. XVIII. S. 231, 473, 480 und 486; Gervinus, neuere Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen 1840 Bd. I. S. 135; Adolph Becker im Charikles Th. I. S. 219. Vergleiche aber damit Eduard Müller über die Sophokleische Naturanschauung und die tiefe Naturempfindung der Griechen 1842 S. 10 und 26.

ſparſam darbieten. In dem helleniſchen Alterthum, in dem Blüthenalter der Menſchheit, finden wir allerdings den zarteſten Ausdruck tiefer Naturempfindung den dichteriſchen Darſtellungen menſchlicher Leidenſchaft, einer der Sagengeſchichte entnommenen Handlung beigemiſcht; aber das eigentlich Naturbeſchreibende zeigt ſich dann nur als ein Beiwerk, weil in der griechiſchen Kunſtbildung ſich alles gleichſam im Kreiſe der Menſchheit bewegt.

Beſchreibung der Natur in ihrer geſtaltenreichen Mannigfaltigkeit, Naturdichtung als ein abgeſonderter Zweig der Literatur war den Griechen völlig fremd. Auch die Landſchaft erſcheint bei ihnen nur als Hintergrund eines Gemäldes, vor dem menſchliche Geſtalten ſich bewegen. Leidenſchaften in Thaten ausbrechend feſſelten faſt allein den Sinn. Ein bewegtes öffentliches Volksleben zog ab von der dumpfen ſchwärmeriſchen Verſenkung in das ſtille Treiben der Natur; ja den phyſiſchen Erſcheinungen wurde immer eine Beziehung auf die Menſchheit*) beigelegt, ſei es in den Verhältniſſen der äußeren Geſtaltung oder der inneren anregenden Thatkraft. Faſt nur ſolche Beziehungen machten die Naturbetrachtung würdig unter der ſinnigen Form des Gleichniſſes, als abgeſonderte kleine Gemälde voll objectiver Lebendigkeit in das Gebiet der Dichtung gezogen zu werden.

Zu Delphi wurden Frühlingspäane†) geſungen, wahrſcheinlich beſtimmt die Freude des Menſchen nach der überſtandenen Noth des Winters auszudrücken. Eine naturbeſchreibende Darſtellung des Winters iſt den Werken und Tagen‡) des Heſiodus (vielleicht von der fremden Hand eines ſpäteren ioniſchen Rhapſoden?) eingewebt. In edler Einfachheit, aber in nüchtern didactiſcher Form giebt dies Gedicht Anweiſungen zum Feldbau, Erwerbs- und Arbeitsregeln, ethiſche Mahnungen zu tadelloſem Wandel. Es erhebt ſich ebenfalls zu mehr lyriſchem Schwunge nur, wenn der Sänger das Elend des Menſchengeſchlechts oder die ſchöne allegoriſche Mythe des Epimetheus und der Pandora in ein anthropomorphiſches Gewand einhüllt. Auch in der Theogonie des Heſiodus, die aus ſehr verſchiedenen uralten Elementen zuſammengeſetzt iſt, finden ſich mehrfach, z. B. bei Aufzählung der Nereiden ||), Naturſchilderungen des neptuniſchen Reichs unter bedeutſamen Namen mythiſcher Perſonen verſteckt. Die böotiſche Sängerſchule und überhaupt die ganze alte Dichtkunſt wenden ſich den Erſcheinungen der Außenwelt zu, um ſie menſchenartig zu perſonificiren.

Iſt, wie ſo eben bemerkt, Naturbeſchreibung, ſei ſie Darſtellung des Reichthums und der Ueppigkeit tropiſcher Vegetation, ſei ſie lebensfriſche Schilderung der Sitten der Thiere, gleichſam nur in der neueſten Zeit ein abgeſonderter Zweig der Literatur geworden: ſo iſt es nicht als habe da, wo ſo viel Sinnlichkeit athmet, die Empfänglichkeit für das Naturſchöne gemangelt¶); als müſſe man da, wo die ſchaffende Kraft der Hellenen in der Poeſie und der bildenden Kunſt unnachahmliche Meiſterwerke erzeugte, den lebensfriſchen Ausdruck einer anſchauenden Dichternatur vermiſſen. Was wir, nach dieſer Richtung hin, im Gefühl unſerer modernen Sinnesart, in jenen Regionen der antiken Welt nur zu ſparſam auffinden, bezeugt in ſeiner Negation weniger den Mangel der Empfänglichkeit als den eines regen Bedürfniſſes das Gefühl des Naturſchönen durch Worte zu offenbaren. Minder der unbelebten Erſcheinungswelt als dem handelnden Leben und der inneren, ſpontaneen Anregung der Gefühle zugewandt, waren die früheſten und auch die edelſten Dich-

---

*) Schnaaſe, Geſchichte der bildenden Künſte bei den Alten Bd. II. 1843 S. 128—138.

†) Plut. de EI apud Dolphos c. 9. Vergl. über eine Stelle des Apollonius Dyscolus aus Alexandrien (Mirab. Hist. c. 40) die letzte Schrift von Otfr. Müller: Geſch. der griech. Literatur Bd. I. 1845 S. 31.

‡) Hesiodi Opera et Dies v. 502—561; Göttling in Hes. Carm. 1831 p. XIX; Ulrici, Geſch. der helleniſchen Dichtkunſt Th. I. 1835 S. 337; Bernhardy, Grundriß der griech. Literatur Th. II. S. 176; doch nach dem Ausſpruch von Gottfr. Hermann (Opuscula Vol. VI. p. 239) „trägt des Heſiodus maleriſche Beſchreibung des Winters alle Zeichen eines hohen Alterthums."

||) Hes. Theog. v. 233—264. Auch die Nereide Mära (Od. XI, 326; II. XVIII, 48) ſoll vielleicht das phosphoriſche Leuchten der Meeresfläche ausdrücken, wie derſelbe Name μαρμαρ den funkelnden Hundsſtern (Sirius) bezeichnet.

¶) Vergl. Jacobs, Leben und Kunſt der Alten, Bd. I. Abth. 1. S. VII.

tungen des dichterischen Geistes episch und lyrisch. In diesen Kunstformen aber können Naturschilderungen sich nur wie zufällig beigemischt finden. Sie erscheinen nicht als gesonderte Erzeugnisse der Phantasie. Je mehr der Einfluß der alten Welt verhallte, je mehr ihre Blüthen dahinwelkten, ergoß sich die Rhetorik in die beschreibende wie in die belehrende, didactische Poesie. Diese war ernst, großartig und schmucklos in ihrer ältesten philosophischen, halb priesterlichen Form, als Naturgedicht des Empedocles; sie verlor allmälig durch die Rhetorik von ihrer Einfachheit und früheren Würde.

Möge es uns erlaubt sein, um das allgemein Gesagte zu erläutern, hier bei einzelnen Beispielen zu verweilen. Wie der Charakter des Epos es erheischt, finden sich in den Homerischen Gesängen immer nur als Beiwerk die anmuthigsten Scenen des Naturlebens. „Der Hirte freut sich der Windstille der Nacht, des reinen Aethers und des Sternenglanzes am Himmelsgewölbe; er vernimmt aus der Ferne das Toben des plötzlich angeschwollenen, Eichenstämme und trüben Schlamm fortreißenden Waldstroms*).“ Mit der großartigen Schildrung der Waldeinsamkeit des Parnassos und seiner dunkeln, dickbelaubten Felsthäler contrastiren die heiter lieblichen Bilder des quellenreichen Pappelhaines in der Phäaken-Insel Scheria, und vor allem das Land der Cyclopen, „wo schwellend von saftreichem, wogendem Grase die Auen den ungepflegten Rebenhügel umgrenzen†).“ Pindaros besingt in einem Frühlingsdithyrambus, den er zu Athen hat aufführen lassen, „die mit neuen Blüthen bedeckte Erde, wenn in der Argeischen Nemea der sich zuerst entwickelnde Sprößling des Palmbaums dem Seher den anbrechenden, duftenden Frühling verkündigt;“ er besingt den Aetna, „die Säule des Himmels, Nährerin dauernden Schnees,“ aber eilend wendet er sich ab von der todten Natur und ihren Schauern, um Hieron von Syracus zu feiern und die siegreichen Kämpfe der Hellenen gegen das mächtige Volk der Perser.

Vergessen wir nicht, daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer innigeren Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder malerisch felsigen, luftgefärbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klangvollen Meeres darbietet. Wenn anderen Völkern Meer und Land, das Erd- und Seeleben wie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen, und nicht etwa bloß den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Festlandes, fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Contact und durch Wechselwirkung der Elemente dem Naturbilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht. Wie hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden von der Gestalt waldbegränzter Felsrippen an den tiefeingeschnittenen Ufern des Mittelmeeres, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erdfläche mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen Gestalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich nicht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüthes in idealische Anschauung auflösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung mit den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume und Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber die Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistesentwicklung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur eine mäßige Entfaltung.

Einzeln bricht indeß selbst bei den Tragikern mitten in dem Gewühl aufgeregter Leiden-

*) Ilias VIII, 555—559; IV, 452—455; XI, 115—198. Vergl. auch im Eingang der Heerschau die gedrängten, aber lebensvollen Schilderungen der Thierwelt II, 458—475.

†) Od. XIX, 431—445; VI, 290; IX, 115—199. Vergl. „des grünenden Haines Umschattung“ bei der Felsengrotte der Kalypso, „wo ein Unsterblicher selbst würde bewunderungsvoll weilen und sich herzlich erfreuen des Anblicks,“ V, 55—73; die Brandung im Lande der Phäaken V, 400—442; die Gärten des Alcinous VII, 113—130. — Ueber den Frühlingsdithyrambus des Pindaros s. Böckh, Pindari Opera T. II. P. 2. p. 575—579.

schaft und wehmüthiger Gefühle ein tiefer Naturſinn in begeiſterte Schilderungen der Landſchaft aus. Wenn Oedipus ſich dem Haine der Eumeniden naht, ſingt der Chor „den edeln Ruheſitz des glanzvollen Kolonos, wo die melodiſche Nachtigall gern einkehrt und in helltönenden Lauten klagt;“ er ſingt „die grünende Nacht der Epheugebüſche, die von himmliſchem Thau getränkten Narciſſen, den goldſtrahlenden Krokos und den unvertilgbaren, ſtets ſelber ſich wiedererzeugenden Oelbaum.“*) Indem Sophokles ſeinen Geburtsort, den Gau von Kolonos, zu verherrlichen ſtrebt, ſtellt er die hohe Geſtalt des ſchickſalverfolgten, herumirrenden Königs an die ſchlummerloſen Gewäſſer des Kephiſſos, von heiteren Bildern ſanft umgeben. Die Ruhe der Natur vermehrt den Eindruck des Schmerzes, welchen die hehre Geſtalt des Erblindeten, das Opfer verhängnißvoller Leidenſchaft, hervorruft. Auch Euripides†) gefällt ſich in der maleriſchen Beſchreibung von „Meſſeniens und Lakoniens Triften, die, unter dem ewig milden Himmel, durch tauſend Quellenbrunnen genährt, von dem ſchönen Pamiſos durchſtrömt werden.“

Die bukoliſche Dichtung, in den Gefilden von Sicilien entſtanden und zum Dramatiſchen volksthümlich hingeneigt, führt mit Recht den Namen einer Uebergangsform. Sie ſchildert im kleinen Hirten-Epos mehr den Naturmenſchen als die Landſchaft. So erſcheint ſie in ihrer anmuthigſten Vollendung, in Theokrit. Ein weiches elegiſches Element iſt übrigens dem Idyll eigen, gleichſam als wäre es „aus der Sehnſucht nach einem verlorenen Ideal“ entſtanden, als ſei immerdar in der Bruſt des Menſchen dem tiefen Naturgefühl eine gewiſſe Wehmuth beigemiſcht.

Wie nun mit dem freien Volksleben die Poeſie in Hellas erſtarb, wurde dieſe beſchreibend, didactiſch, eine Trägerin des Wiſſens. Sternkunde, Erdbeſchreibung, Jagd und Fiſchfang treten auf in der alexandriniſchen Zeit als Gegenſtände der Dichtkunſt, oft geziert durch eine ſehr vorzügliche metriſche Technik. Die Geſtalten und Sitten der Thierwelt werden mit Anmuth und oft mit einer Genauigkeit geſchildert, daß die neuere claſſificirende Naturkunde Gattungen und ſelbſt Arten in den Beſchreibungen erkennen kann. Es fehlt aber allen dieſen Dichtungsarten das innere Leben, eine begeiſterte Anſchauung der Natur, das, wodurch die Außenwelt dem angeregten Dichter faſt unbewußt ein Gegenſtand der Phantaſie wird. Das Uebermaaß des beſchreibenden Elements findet ſich in den durch kunſtreichen Versbau ausgezeichneten 48 Geſängen der Dionysiaca des Aegyptiers Nonnus. Der Dichter gefällt ſich in der Darſtellung großer Naturumwälzungen; er läßt durch ein vom Blitz entzündetes Waldufer, im Flußbette des Hydaspes, ſelbſt die Fiſche verbrennen; er lehrt, wie aufſteigende Dämpfe den meteorologiſchen Proceß des Gewitters und eines electriſchen Regens erzeugen. Zur romantiſchen Poeſie hingeneigt, iſt Nonnus von Panopolis wunderſam ungleich, bald begeiſtert und anregend, bald langweilig und wortreich.

Mehr Naturgefühl und Zartheit der Empfindung offenbaren ſich in einzelnen Theilen der griechiſchen Blumenleſe (Anthologie), welche auf ſo verſchiedenen Wegen und aus verſchiedenen Zeiten zu uns gelangt iſt. In der anmuthigen Ueberſetzung von Jacobs iſt alles, was das Thier- und Pflanzenleben betrifft, in eine Abtheilung vereinigt. Es ſind kleine Bilder, meiſt nur Anſpielungen auf individuelle Formen. Die Platane, welche „in ihrem Gezweige die moſtſchwellende Traube ernährt,“ und aus Kleinaſien über die Inſel des Diomedes erſt unter Dionyſius dem Aelteren bis zu den Ufern des ſiciliſchen Anapus

*) Oed. in Kolonos v. 668—719. Als Beſchreibungen der Landſchaft, in denen ſich ein tiefes Naturgefühl offenbart, muß ich hier noch erwähnen: der Schilderung des Cithäron in Euripides Bacchen v. 1045 (Leake, North. Greece Vol. II. p. 370), wo der Bote aus dem Aſoposthale aufſteigt; des Sonnenaufganges im Delphiſchen Thale bei Euripides, Jon v. 82; des Anblickes der heiligen Delos, mit trüben Farben gemalt: „von Möwen umflattert, von ſtürmiſchen Wellen gegeißelt,“ bei Kallimachus im Hymnos auf Delos v. 11.

†) Nach Strabo (lib. VIII pag. 366, Casaub.), wo er den Tragiker wegen einer geographiſch unrichtigen Begrenzung von Elis anklagt. Die ſchöne Stelle des Euripides iſt aus dem Kresphontes und die Beſchreibung der Trefflichkeit Meſſene's ſtand mit der Expoſition der politiſchen Verhältniſſe (der Theilung der Länder unter die Herakliden) in genauer Verbindung. Die Naturſchilderung war alſo auch hier, wie Böckh ſcharfſinnig bemerkt, an menſchliche Verhältniſſe geknüpft.

vordrang, wird vielleicht nur zu oft besungen; doch scheint im ganzen der antike Sinn in diesen Liedern und Epigrammen mehr der Thier- als der Pflanzenwelt zugewandt. Eine edle und zugleich etwas größere Composition ist das Frühlings-Idyllium des Meleager von Gadara in Cölesyrien*).

Schon des alten Rufes der Gegend wegen muß ich der Schilderung des Waldthales von Tempe erwähnen, welche Aelian†) wahrscheinlich nach dem Vorbilde des Dicäarchus entworfen hat. Es ist das Ausführlichste, was uns von Naturbeschreibungen aus den griechischen Prosaikern erhalten ist, topographisch freilich, aber doch auch malerisch zugleich; denn das schattige Thal wird belebt durch den pythischen Aufzug (theoria), „welcher vom heiligen Lorbeer die sühnenden Zweige bricht." In der späten byzantinischen Zeit, seit dem Ende des vierten Jahrhunderts, sehen wir landschaftliche Schilderungen schon häufiger in die Romane der griechischen Prosaiker eingewebt. Durch diese Schilderungen zeichnet sich der Schäferroman des Longus‡) aus, in welchem aber doch zarte Lebensbilder den Ausdruck der Naturgefühle weit übertreffen.

Es war nicht der Zweck dieser Blätter mehr zu liefern, als was durch specielle Erinnerung an einzelne Kunstformen die allgemeinen Betrachtungen über die dichterische Auffassung der Außenwelt zu erläutern vermag. Ich würde schon den Blüthenkreis des hellenischen Alterthums verlassen, wenn in einem Werke, dem ich gewagt den Namen Kosmos vorzusetzen, mit Stillschweigen die Naturschilderung übergangen werden dürfte, mit der das Pseudo-Aristotelische Buch vom Kosmos (oder von der Weltordnung) anhebt. Es zeigt uns dieselbe „den Erdball mit üppigem Pflanzenwuchse geschmückt, reich bewässert und (als das Preiswürdigste) von denkenden Wesen bewohnt."‖) Die rhetorische Färbung eines so reichen Naturbildes, der concisen und rein wissenschaftlichen Darstellungsweise des Stagiriten völlig unähnlich, ist selbst als eines der vielen Zeichen der Unächtheit jener Schrift über den Kosmos erkannt worden. Mag sie immerhin dem Appulejus¶) oder dem Chrysippus**) oder wem sonst zugehören! Die naturbeschreibende Stelle, die wir als aristotelisch entbehren, wird uns gleichsam durch eine andere ächte ersetzt, welche Cicero uns erhalten hat. Aus einem verlorenen Werke des Aristoteles führt dieser in wörtlicher Uebertragung††) folgendes an: „Wenn es Wesen gäbe, die in den Tiefen der Erde immerfort in Wohnungen lebten, welche mit Statuen und Gemälden und allem dem verziert wären,

*) Meleagri Reliquiae ed. Manso p. 5. Vergl. Jacobs, Leben und Kunst der Alten Bd. I. Abth. 1. S. XV, Abth. 2. S. 150—190. Das Frühlingsgedicht des Meleager glaubte Zenobetti (Mel. Gadareni in Ver Idyllium 1759 p. 5) um die Mitte des 18ten Jahrhunderts zuerst entdeckt zu haben. S. Brunckii Anal. T. III. p. 165. — Zwei schöne Waldgedichte des Marcus stehen in der Anthol. graeca II, 511 und 512. Wie dem Meleager contrastirt das Lob des Frühlings in den Eclogen des Himerius, eines Sophisten, der unter Julian Lehrer der Rhetorik zu Athen war. Der Styl ist im ganzen kalt und geziert; aber im Einzelnen, besonders in der beschreibenden Form, kommt er bisweilen der modernen Weltanschauung sehr nahe. Himerii Sophistae Eclogae et Declamationes, ed. Wernsdorf 1790 (Oratio III, 3—6 und XXI, 5). Man muß sich wundern, daß die herrliche Lage von Constantinopel den Sophisten gar nicht begeistert habe (Orat. VII, 5—7; XVI, 3—8). — Die oben im Text bezeichneten Stellen des Nonnus finden sich Dionys. ed. Petri Cunaei 1610 lib. II p. 70, VI p. 199, XXIII p. 16 und 619, XLVI p. 694. (Vergl. auch Ouwaroff, Nonnos zu Panopolis, der Dichter 1817 S. 3, 16 und 21.)

†) Aeliani Var. Hist. et Fragm. lib. III cap. 1 pag. 139, Kühn. Vergl. A. Buttmann, Quaest. de Dicaearcho (Naumb. 1832) p. 32 und Geogr. gr. min. ed. Gail Vol. II. p. 140—145. — Eine merkwürdige Naturliebe, besonders eine Blumenliebhaberei, die Willkühr Jenes scheint mit der der indischen Dichter zusammengestellt, bemerkt man bei einem Tragiker, dem Chäremon; s. Welcker, griechische Tragödien Abth. III. S. 1088.

‡) Longi Pastoralia (Daphnis et Chloe, ed. Seiler 1843) lib. I, 9; III, 12 und IV, 1—3; pag. 92, 125 und 137. Vergl. Villemain sur les Romans grecs in seinen Mélanges de Littérature T. II. p. 435—448, wo Longus mit Bernardin de St. Pierre verglichen ist.

‖) Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 3, 14—20, pag. 392 Bekker.

¶) S. Aristoteles bei den Römern von Stahr 1834 S. 173—177; Osann, Beiträge zur griech. und röm. Literaturgeschichte Bd. I. 1835 S. 165—192. Stahr vermuthet (S. 172) wie Heumann, daß der heutige griechische Text eine umgestaltete Uebersetzung des lateinischen Textes des Appulejus sei. Letzterer (de Mundo p. 250 Bip.) sagt bestimmt: „er habe sich in der Abfassung seines Buches an Aristoteles und Theophrast gehalten."

**) Osann a. a. O. S. 194—266.

††) Cicero de Natura Deorum II, 37. Eine Stelle, in welcher Sextus Empiricus (adversus Physicos lib. IX. 22 p. 554 Fabr.) eine ähnliche Aeußerung des Aristoteles anführt, verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als Sextus kurz vorher (IX, 20) auf einen anderen, für uns ebenfalls verlorenen Text (über Divination und Träume) anspielt.

was die für glücklich Gehaltenen in reicher Fülle beſitzen; wenn dann dieſe Weſen Kunde erhielten von dem Walten und der Macht der Götter, und durch die geöffneten Erdſpalten aus jenen verborgenen Sitzen herausträten an die Orte, die wir bewohnen; wenn ſie urplötzlich Erde und Meer und das Himmelsgewölbe erblickten, den Umfang der Wolken und die Kraft der Winde erkennten, die Sonne bewunderten in ihrer Größe, Schönheit und lichtausſtrömenden Wirkung; wenn ſie endlich, ſobald die einbrechende Nacht die Erde in Finſterniß hüllt, den Sternenhimmel, den lichtwechſelnden Mond, den Auf- und Untergang der Geſtirne und ihren von Ewigkeit her geordneten unveränderlichen Lauf erblickten: ſo würden ſie wahrlich ausſprechen, es gebe Götter und ſo große Dinge ſeien ihr Werk." Man hat mit Recht geſagt, daß dieſe Worte allein ſchon hinreichen Cicero's Ausſpruch über „den goldenen Strom der Ariſtoteliſchen Rede" zu bewähren *), daß in ihnen etwas von der begeiſternden Kraft des Platoniſchen Genius weht. Ein ſolcher Beweis für das Daſein himmliſcher Mächte aus der Schönheit und unendlichen Größe der Werke der Schöpfung ſteht in dem Alterthum ſehr vereinzelt da.

Was wir, ich ſage nicht in der Empfänglichkeit des griechiſchen Volkes, ſondern in den Richtungen ſeiner literariſchen Productivität vermiſſen, iſt noch ſparſamer bei den Römern zu finden. Eine Nation, die nach alter ſiculiſcher Sitte dem Feldbau und dem Landleben vorzugsweiſe zugethan war, hätte zu anderen Hoffnungen berechtigt; aber neben ſo vielen Anlagen zur praktiſchen Thätigkeit war der Volkscharakter der Römer in ſeinem kalten Ernſte, in ſeiner abgemeßnen nüchternen Verſtändigkeit, ſinnlich weniger erregbar, der alltäglichen Wirklichkeit mehr als einer idealiſirenden dichteriſchen Naturanſchauung hingegeben. Dieſe Unterſchiede des inneren Lebens der Römer und der griechiſchen Stämme ſpiegeln ſich ab in der Literatur als dem geiſtigen Ausdruck alles Volksſinnes. Zu ihnen geſellt ſich noch, trotz der Verwandtſchaft in der Abſtammung, die anerkannte Verſchiedenheit in dem organiſchen Bau der beiden Sprachen. Der Sprache des alten Latium wird mindere Bildſamkeit, eine beſchränktere Wortfügung, „eine mehr realiſtiſche Tendenz" als idealiſche Beweglichkeit zugeſchrieben. Dazu konnte im Auguſteiſchen Zeitalter der entfremdende Hang griechiſchen Vorbildern nachzuſtreben den Ergießungen heimiſcher Gemüthlichkeit und eines freien Naturgefühls hinderlich werden; aber, von Vaterlandsliebe getragen, wußten kräftige Geiſter durch ſchöpferiſche Individualität, durch Erhabenheit der Ideen, wie durch zarte Anmuth der Darſtellung jene Hinderniſſe zu überwinden.

Reichlich mit poetiſchem Genius ausgeſtattet iſt das begeiſterte Naturgedicht des Lucretius. Es umfaßt den ganzen Kosmos; dem Empedocles und Parmenides verwandt, erhöht die archaiſtiſche Diction den Ernſt der Darſtellung. Die Poeſie iſt hier tief mit der Philoſophie verwachſen, ohne deshalb in die „Froſtigkeit" der Compoſition zu verfallen, die, gegen die phantaſiereiche Naturanſicht Plato's abſtechend, ſchon von dem Rhetor Menander in dem über die *phyſiſchen Hymnen* gefällten Urtheil ſo bitter getadelt wird †). Mein Bruder hat mit vielem Scharfſinn die auffallenden Analogien und Verſchiedenheiten entwickelt, welche aus der Verwachſung metaphyſiſcher Abſtractionen mit der Poeſie in den alten griechiſchen Lehrgedichten, in dem des Lucretius und in der Epiſode Bhagavad-Gita, aus dem indiſchen Epos Mahabharata ‡), entſtanden ſind. Das große phyſiſche Weltge-

*) „Aristoteles flumen orationis aureum fundens," Cic. Acad. Quaest. II cap. 38. (Vergl. Stahr, Aristotelia Th. II. S. 161 und in deſſelben Schrift: Ariſtoteles bei den Römern S. 53.)

†) Menandri Rhetoris Comment. de Encomiis ex rec. Heeren 1785 sect. I cap. 5 p. 38 und 39. Der ſtrenge Kritiker nennt das didactiſche Naturgedicht ψυχρότερον, eine *froſtige* Compoſition, in der die Naturkräfte ihrer Perſönlichkeit entkleidet auftreten, Apoll das Licht, Here der Inbegriff der Luftерſcheinungen, Zeus die Wärme iſt. Auch *Plutarch* (de aud. poet. p. 27 Steph.) verſpottet die ſogenannten Naturgedichte, welche nur die Form der Poeſie haben. Nach dem Stagiriten (de Poet. c. 1) iſt Empedocles mehr Phyſiologe als Dichter, er hat mit Homer nichts gemein als das Versmaaß.

‡) „Es mag wunderbar ſcheinen, die Dichtung, die ſich überall an Geſtalt, Farbe und Mannigfaltigkeit erfreut, gerade mit den einfachſten und abgezogenſten Ideen verbinden zu wollen; aber es iſt darum nicht weniger richtig. Dichtung, Wiſſenſchaft, Philoſophie, Thatenkunde ſind nicht in ſich und ihrem Weſen nach geſpalten; ſie ſind eins, wo der Menſch auf ſeinem Bildungsgange noch eins iſt oder ſich durch wahrhaft dichteriſche Stim-

mälde des römischen Dichters contrastirt in seiner erkältenden Atomistik und seinen oft wilden geognostischen Träumen mit seiner lebensfrischen Schilderung von dem Uebergange des Menschengeschlechts aus dem Dickicht der Wälder zum Feldbau, zur Beherrschung der Naturkräfte, zur erhöhten Cultur des Geistes und also auch der Sprache, zur bürgerlichen Gesittung *).

Wenn bei einem Staatsmann, in einem bewegten und vielbeschäftigten Leben, in einem durch politische Leidenschaft aufgeregten Gemüthe lebendiges Naturgefühl und Liebe zu ländlicher Einsamkeit sich erhalten, so liegt die Quelle davon in den Tiefen eines großen und edlen Charakters. Cicero's eigene Schriften bezeugen die Wahrheit dieser Behauptung. Allerdings ist, wie allgemein bekannt, in dem Buche von den Gesetzen und in dem vom Redner manches dem Phädrus des Plato †) nachgebildet; das italische Naturbild hat aber darum nichts von seiner Individualität verloren. Plato preist in allgemeinen Zügen den „dunkeln Schatten der hochbelaubten Platane, die Kräuterfülle in vollem Dufte der Blüthen, die Lüfte, welche süß und sommerlich in den Chor der Cicaden wehen." In Cicero's kleinem Naturbilde ist, wie noch neuerlichst ein sinniger Forscher ‡) bemerkt hat, alles so dargestellt, wie man es heute noch in der wirklichen Landschaft wiederfindet. Den Liris sehen wir von hohen Pappeln beschattet; man erkennt, wenn man von dem steilen Berge hinter der alten Burg von Arpinum gegen Osten hinabsteigt, den Eichenhain am Bache Fibrenus, wie die Insel, jetzt Isola di Carnello genannt, welche durch die Theilung des Flüßchens entsteht und in die Cicero sich zurückzog, um, wie er sagt, „seinen Meditationen nachzuhangen, zu lesen oder zu schreiben." Arpinum am Volscischen Gebirge war des großen Staatsmannes Geburtssitz, und die herrliche Umgebung hat gewiß auf seine Stimmung im Knabenalter gewirkt. Dem Menschen unbewußt, gesellt sich früh, was die umgebende, mehr oder minder anregende Natur in der Seele abspiegelt, zu dem, was tief und frei in den ursprünglichen Anlagen, in den inneren geistigen Kräften gewurzelt ist.

Mitten unter den verhängnißvollen Stürmen des Jahres 708 (nach Erbauung der Stadt) fand Cicero Trost in seinen Villen, abwechselnd in Tusculum, in Arpinum, bei Cumä und Antium. „Nichts ist erfreulicher," schreibt er ||) an Atticus, „als diese Einsamkeit, nichts anmuthiger als dieser Landsitz, als das nahe Ufer und der Blick auf das Meer. — In der Einöde der Insel Astura, an der Mündung des gleichnamigen Flusses, am Ufer des tyrrhenischen Meeres, stört mich kein Mensch; und wenn ich mich früh Morgens in einem dichten und rauhen Wald verborgen halte, verlasse ich denselben vor Abend nicht. Nächst meinem Atticus ist mir nichts so lieb als die Einsamkeit; in ihr pflege ich meinem Verkehr mit den Wissenschaften, doch wird dieser oft durch Thränen unterbrochen. Ich kämpfe (als Vater) dagegen an, so viel ich es vermag, aber noch bin ich solch einem Kampfe nicht gewachsen." Man hat mehrfach bemerkt, daß in diesen Briefen und in denen des jüngeren Plinius Anklänge moderner Sentimentalität nicht zu verkennen seien. Ich finde darin nur Anklänge tiefer Gemüthlichkeit, die in jedem Zeitalter, bei jedem Volksstamme aus dem schmerzlich beklommenen Busen emporsteigen.

Die Kenntniß der großen Dichterwerke des Virgil, des Horatius und des Tibullus ist

---

mung in jene Einheit zurückversetzt." Wilhelm v. Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 98—102 (vergl. auch Bernhardy, röm. Litteratur S. 215—218 und Fried. Schlegel's sämmtliche Werke Bd. I. S. 108—118). Cicero (ad Quint. fratrem II, 11) schrieb selbst, wo nicht mürrisch, doch mit vieler Strenge, dem von Virgil, Ovid und Quintilian so hochgepriesenen Lucretius mehr Kunst als schöpferisches Talent (ingenium) zu.

*) Lucret. lib. V, v. 930—1455.

†) Plato, Phaedr. p. 230; Cicero de Leg. I. 1, 3; II. 2, 1—3; II. 3, 6 (vergl. Wagner, Comment. perp. in Cic. de Leg. 1804 p. 6); Cic. de Oratore I. 7, 28 (pag. 15 Ellendt).

‡) S. die vortreffliche Schrift von Rudolph Abeken, Rector des Gymnasiums zu Osnabrück, welche unter dem Titel: Cicero in seinen Briefen im Jahr 1835 erschienen ist, S. 431—434. Die wichtige Zugabe über Cicero's Geburtsstätte ist von H. Abeken, dem gelehrten Neffen des Verfassers, ehemals preußischem Gesandtschaftsprediger in Rom, jetzt theilnehmend an der wichtigen ägyptischen Expedition des Professor Lepsius. Vergl. auch über die Geburtsstätte des Cicero Valery, Voy. hist. en Italie T. III. p. 421.

||) Cic. Ep. ad Atticum XII, 9 und 15.

mit der allgemeinen Verbreitung der römischen Literatur so innigst verwebt, daß es überflüssig wäre hier bei einzelnen Zeugnissen des zarten und immer regen Naturgefühls, das einige dieser Werke belebt, zu verweilen. In Virgils National-Epos konnte nach der Natur dieser Dichtung die Beschreibung des Landschaftlichen allerdings nur als Beiwerk erscheinen und einen sehr kleinen Raum einnehmen. Individuelle Auffassung bestimmter Localitäten *) bemerkt man nicht, wohl aber in mildem Farbenton ein inniges Verständniß der Natur. Wo ist das sanfte Spiel der Meereswogen, wo die Ruhe der Nacht glücklicher beschrieben? Wie contrastiren mit diesen heiteren Bildern die kräftigen Darstellungen des einbrechenden Ungewitters im ersten Buche vom Landbau, der Meerfahrt und Landung bei den Strophaden, des Felsensturzes oder des flammensprühenden Aetna's in der Aeneis!†) Von Ovidius hätten wir als Frucht seines langen Aufenthalts in den Ebenen von Tomi (in Unter-Mösien) eine dichterische Naturbeschreibung der Steppen erwarten können, deren keine aus dem Alterthum auf uns gekommen ist. Der Verbannte sah freilich nicht die Art von Steppen, welche im Sommer mit vier bis sechs Fuß hohen, saftreichen Kräutern dicht bedeckt sind und bei jedem Windeshauch das anmuthige Bild bewegter Blüthenwellen darbieten; der Verbannungsort des Ovidius war ein ödes, sumpfreiches Steppenland, und der gebrochene Geist des unmännlich Klagenden war mit Erinnerungen an die Genüsse der geselligen Welt, an die politischen Ereignisse in Rom, nicht mit der Anschauung der ihn umgebenden scythischen Einöde erfüllt. Als Ersatz hat uns der hochbegabte, jeder lebensfrischen Darstellung so mächtige Dichter neben den, freilich nur zu oft wiederholten, allgemeinen Schilderungen von Höhlen, Quellen und „stillen Mondnächten" eine überaus individualisirte, auch geognostisch wichtige Beschreibung des vulkanischen Ausbruchs bei Methone, zwischen Epidaurus und Trözen, gegeben. Es ist dieser Beschreibung schon an einem anderen Orte, in dem Naturgemälde ‡), gedacht. Ovidius zeigt uns, „wie durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der Boden gleich einer luftgefüllten Blase, gleich dem Fell des zweigehörnten Bockes anschwillt und sich als ein Hügel erhebt."

Am meisten ist zu bedauern, daß Tibullus keine große naturbeschreibende Composition von individuellem Charakter hat hinterlassen können. Unter den Dichtern des Augusteischen Zeitalters gehört er zu den wenigen, die, der alexandrinischen Gelehrsamkeit glücklicherweise fremd, der Einsamkeit und dem Landleben ergeben, gefühlvoll und darum einfach, aus eigener Quelle schöpften. Elegien ‖) müssen freilich als Sittenbilder betrachtet werden, in welchen die Landschaft den Hintergrund bildet; aber die Feldweihe und die 6te Elegie des ersten Buches lehren, was von Horazens und Messala's Freund wäre zu erwarten gewesen.

Lucanus, der Enkel des Rhetors M. Annäus Seneca, ist diesem freilich durch rednerischen Schmuck der Diction nur zu sehr verwandt; doch finden wir bei ihm ein vortreffliches und naturwahres Gemälde von der Zerstörung des Druidenwaldes ¶) an dem jetzt baumlosen Gestade von Marseille. Die gefällten Eichenstämme erhalten sich schwebend an ein-

---

*) Die Stellen des Virgilius, welche Malte-Brun Annales des Voyages T. III. 1808 p. 235—266) als Local-Beschreibungen anführt, beweisen bloß, daß der Dichter die Erzeugnisse der verschiedenen Länder, den Safran des Berges Tmolus, den Weihrauch der Sabäer, die wahren Namen vieler kleinen Flüsse, ja die mephitischen Dämpfe kannte, welche aus einer Höhle in den Apenninen bei Amsanctus aufsteigen.

†) Virg. Georg. I. 356—392; III, 349—380; Aen. III, 191—211; IV, 246—251; IV, 522—528; XII, 684—689.

‡) S. Kosmos Buch I. S. 252 und 453. (Vergl. als einzelne Naturbilder Ovid. Met. I, 568—576; III, 155—164; III, 407—412; VII, 180—188; XV, 296—306. Trist. lib. I El. 3, 60; lib. III El. 4, 49; El. 12, 15. Ex Ponto lib. III, Ep. 7—9.) Zu den selteneren Beispielen von individuellen Naturbildern, solchen, die sich auf eine bestimmte Landschaft beziehen, gehört, wie Roß zuerst erwiesen, die anmuthige Schilderung einer Quelle am Hymettus, welche mit dem Verse anhebt: Est prope purpureos colles florentis Hymetti . . . (Ovid. de arte am. III, 687). Der Dichter beschreibt die bei den Alten berühmte, der Aphrodite geheiligte Quelle Kallia, die an der Westseite des sonst sehr wasserarmen Hymettus ausbricht. (S. Roß, Brief an Prof. Buros in der Griech. medicin. Zeitschrift, Januar 1837.)

‖) Tibullus ed. Voß 1811, Eleg. lib. I. 6, 21—34; lib. II. 1, 37—66.

¶) Lucan. Phars. III, 400—452 (Vol. I. p. 374—384 Weber).

ander gelehnt; enthlättert lassen sie den ersten Lichtstrahl in das schauervolle, heilige Dunkel dringen. Wer lange in den Wäldern der Neuen Welt gelebt, fühlt, wie lebendig mit wenigen Zügen der Dichter die Ueppigkeit eines Baumwuchses schildert, dessen riesenmäßige Reste noch in einigen Torfmooren von Frankreich begraben liegen *). In dem didactischen Gedichte Aetna des Lucilius Junior, eines Freundes des L. Annäus Seneca, sind allerdings die Ausbruchserscheinungen eines Vulkans mit Wahrheit geschildert; aber die Auffassung ist ohne Individualität, mit viel minderer, als wir schon oben †) an dem Aetna, dialogus, des jungen Bembo gerühmt haben.

Als endlich die Dichtkunst in ihren großen und edelsten Formen, wie erschöpft, dahinwelkte, seit der zweiten Hälfte des 4ten Jahrhunderts, waren die poetischen Bestrebungen, vom Zauber schöpferischer Phantasie entblößt, auf die nüchternen Realitäten des Wissens und des Beschreibens gerichtet. Eine gewisse rednerische Ausbildung des Styls konnte nicht ersetzen, was an einfachem Naturgefühl und idealisirender Begeisterung abging. Als Erzeugniß dieser unfruchtbaren Zeit, in der das poetische Element nur wie ein zufälliger äußerer Schmuck des Gedankens erscheint, nennen wir das Moselgedicht des Ausonius. Im aquitanischen Gallien geboren, hatte der Dichter dem Feldzuge Valentinians gegen die Alemannen beigewohnt. Die Mosella, in dem alten Trier gedichtet, besingt in einzelnen Stellen ‡) nicht ohne Anmuth die schon damals rebenbepflanzten Hügel eines der schönsten Ströme unsres vaterländischen Bodens; aber die nüchterne Topographie des Landes, die Aufzählung der der Mosel zuströmenden Bäche, die Charakteristik der Fischgattungen in Gestalt, Farbe und Sitten sind Hauptgegenstände dieser ganzen didactischen Composition.

In den römischen Prosaikern, unter denen wir schon oben einige denkwürdige Stellen des Cicero angeführt, sind Naturbeschreibungen eben so selten als in den griechischen. Nur die großen Historiker Julius Cäsar, Livius und Tacitus bieten einzelne Beispiele dar, wo sie veranlaßt sind Schlachtfelder, Uebergänge von Flüssen oder unwegsame Bergpässe zu beschreiben, da, wo sie das Bedürfniß fühlen den Kampf der Menschen mit Naturhindernissen zu schildern. In den Annalen des Tacitus entzücken mich die Beschreibung der unglücklichen Schifffahrt des Germanicus auf der Ems (Amisia) und die großartige geographische Schilderung der Bergketten von Syrien und Palästina ‖). Curtius ¶) hat uns

*) S. oben Kosmos Buch I. S. 148.

†) S. a. a. O. S. 455. Das Gedicht Aetna des Lucilius, sehr wahrscheinlich Theil eines größeren Gedichts über die Naturmerkwürdigkeiten Siciliens, wurde von Wernsdorf dem Cornelius Severus zugeschrieben. Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen: das Lob des allgemeinen Naturwissens, als „Früchte des Geistes" betrachtet, v. 270—280; die Lavaströme v. 360—370 und 474—515; die Wasserausbrüche am Fuß des Vulkans (?) v. 395; die Bildung des Bimssteins v. 425 (pag. XVI—XX, 32, 42, 46, 50 und 55 ed. Jacob 1826).

‡) Decii Magni Ausonii Mosella v. 189—199, pag. 15 und 44 Böcking. Vergl. auch die in naturhistorischer Hinsicht nicht unwichtige, von Valenciennes scharfsinnig benutzte Notiz über die Fische der Mosel v. 85—150 pag. 9—12, ein Gegenstück zu Oppian (Bernhardy, griech. Lit. Th. II. S. 1049.) Zu dieser trocken didaktischen Dichtungsart, welche sich mit Naturproducten beschäftigte, gehörten auch die nicht auf uns gekommenen Ornithogonia und Theriaca des Aemilius Macer aus Verona, den Werken des Kolophoniers Nicander nachgebildet. Anziehender als des Ausonius Mosella war eine Naturbeschreibung der südlichen Küste von Gallien, welche das Reisegedicht des Claudius Rutilius Numatianus, eines Staatsmannes unter Honorius, enthielt. Durch den Einbruch der Barbaren von Rom vertrieben, kehrte Rutilius nach Gallien auf seine Landgüter zurück. Wir besitzen leider nur ein Fragment des zweiten Buchs, welches nicht weiter als bis zu den Steinbrüchen von Carrara führt. S. Rutilii Claudii Namatiani de Reditu suo (e Roma in Galliam Narbonensem) libri duo; rec. A. W. Zumpt 1840 p. XV, 31 und 219) mit einer schönen Carte von Kiepert); Wernsdorf, Poetae lat. min. T. V. P. 1. p. 125.

‖) Tac. Ann. II, 23—24; Hist. V, 6. Das einzige Fragment, das uns der Rhetor Seneca (Suasor. I p. 11 Bipont.) aus einem Heldengedichte erhalten hat, in welchem Ovids Freund Pedo Albinovanus die Thaten des Germanicus besang, beschreibt ebenfalls die unglückliche Schifffahrt auf der Ems (Ped. Albinov. Elegiae Amst. 1703 p. 172). Seneca hält diese Schilderung des stürmischen Meeres für malerischer als alles, was die römischen Dichter hervorgebracht haben. Freilich sagt er selbst: latini declamatores in Oceani descriptione non nimis viguerunt; nam aut tumido scripserunt aut curiose.

¶) Curt. in Alex. Magno VI, 16. (Vergl. Droysen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 265.) In dem nur zu rhetorischen Lucius Annäus Seneca (Quaest. Natur. lib. III c. 27—30 pag. 677—686 ed. Lips. 1741) findet sich die merkwürdige Beschreibung eines der verschiedenen Untergänge des einst reinen, dann sündhaft gewordenen Menschengeschlechts durch eine fast allgemeine Wasserfluth: Cum fatalis dies diluvii venerit .... bis: peracto exitio generis humani extinctisque pariter feris in quarum homines ingenia transierant .... Vergl. die Schilderung chaotischer Erdrevolutionen im Bhagavata-Purana, Buch III. c. 17 (ed. Burnouf T. I. p. 441).

ein schönes Naturbild von einer waldigen Wildniß hinterlassen, die das macedonische Her westlich von Hekatompylos in dem feuchten Mazenderan durchziehen mußte. Ich würde desselben hier ausführlicher erwähnen, wenn man mit einiger Sicherheit unterscheiden könnte, was ein Schriftsteller, dessen Zeitalter so ungewiß ist, aus seiner lebhaften Phantasie, was er aus historischen Quellen geschöpft hat.

Des großen encyclopädischen Werkes des älteren Plinius, dem an Reichthum des Inhalts kein anderes Werk des Alterthums gleich kommt, wird späterhin, in der Geschichte der Weltanschauung, gedacht werden. Es ist, wie der Neffe (der jüngere Plinius) sich schön ausdrückt, „mannigfach wie die Natur." Ein Erzeugniß des unwiderstehlichen Hanges zu allumfassendem, oft unfleißigem Sammeln, im Style ungleich, bald einfach und aufzählend, bald gedankenreich, lebendig und rhetorisch geschmückt, ist die Naturgeschichte des älteren Plinius, schon ihrer Form wegen, an individuellen Naturschilderungen arm; aber überall, wo die Anschauung auf ein großartiges Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, auf den wohlgeordneten Kosmos (Naturae majestas) gerichtet ist, kann eine wahre, aus dem Innern quellende Begeisterung nicht verkannt werden. Das Werk hat auf das ganze Mittelalter mächtig nachgewirkt.

Als Beweise des Naturgefühls bei den Römern würden wir gern auch die anmuthig gelegenen Villen auf dem Pincius, bei Tusculum und Tibur, am Vorgebirge Misenum, bei Puteoli und Bajä anführen, wenn sie nicht, wie die des Scaurus und Mäcenas, des Lucullus und des Hadrian, mit Prachtgebäuden überfüllt gewesen wären. Tempel, Theater, und Rennbahnen wechselten ab mit Vogelhäusern und Gebäuden, der Zucht von Schnecken und Haselmäusen bestimmt. Seinen, allerdings einfacheren Landsitz zu Liternum hatte der ältere Scipio festungsartig mit Thürmen umgeben. Der Name eines Freundes des Augustus (Matius) ist uns aufbewahrt, weil er, Zwang und Unnatur liebend, zuerst die Sitte des Beschneidens der Bäume aufbrachte, um sie nach architectonischen und plastischen Vorbildern kunstmäßig umzuformen. Die Briefe des jüngeren Plinius liefern uns anmuthige Beschreibungen zweier*) seiner zahlreichen Villen (Laurentinum und Tuscum). Wenn man auch in beiden der Baulichkeiten, von beschnittenem Burus umgeben, mehr zusammengedrängt findet, als nach unserm Naturgefühl zu wünschen wäre; so beweisen doch diese Schilderungen, wie die Nachahmung des Thals von Tempe in der tiburtinischen Villa des Hadrian, daß, neben der Liebe zur Kunst, neben der ängstlichsten Sorgfalt für Behaglichkeit durch Stellung der Landhäuser nach Verhältniß zur Sonne und zu vorherrschenden Winden, auch Liebe zu freiem Genuß der Natur den römischen Stadtbewohnern nicht fremd war. Mit Freude setzen wir hinzu, daß dieser Genuß auf den Landgütern des Plinius durch den widrigen Anblick des Sklavenelendes minder gestört war. Der reiche Mann war nicht bloß einer der gelehrtesten seiner Zeit, er hatte auch, was im Alterthum wenigstens selten ausgedrückt ist, rein menschliche Gefühle des Mitleids für die unfreien unteren Volksclassen. Auf den Villen des jüngeren Plinius gab es keine Fesseln, der Sklave als Landbauer vererbte frei, was er sich erworben†).

Von dem ewigen Schnee der Alpen, wenn sie sich am Abend oder am frühen Morgen röthen, von der Schönheit des blauen Gletschereises, von der großartigen Natur der

*) Plin. Epist. II, 17; V, 6; IX, 7; Plin. Hist. nat. XII, 6; Hirt, Gesch. der Baukunst bei den Alten Bd. II. S. 241, 291 und 376. Die Villa Laurentina des jüngeren Plinius lag bei der jetzigen Torre di Paterno im Küstenthale la Palombara östlich von Ostia; s. Viaggio da Ostia a la Villa di Plinio 1802 p. 9 und Le Laurentin par Haudelcourt 1838 p. 62. Den Ausbruch eines tiefen Naturgefühls enthalten die wenigen Zeilen, welche Plinius vom Laurentinum aus an Minutius Fundanus schrieb: „Mecum tantum et cum libellis loquor. Rectam sinceramque vitam! Dulce otium honestumque! O mare, o littus, verum secretumque μουσεῖον! quam multa invenitis, quam multa dictatis!" (I, 9.) Hirt hatte die Ueberzeugung, daß, wenn in Italien, im 15ten und 16ten Jahrhundert, die streng geregelte Gartenkunst aufkam, welche man lange die französische genannt und der freien Landschaftgärtnerei der Engländer entgegengestellt hat, die Ursach dieser früheren Neigung zu langweilig geregelten Anlagen in dem Wunsch zu suchen sei, nachzuahmen, was der jüngere Plinius in seinen Briefen beschrieben hatte (Geschichte der Baukunst bei den Alten Th. II. S. 366).

†) Plin. Epist. III, 19; VIII, 16.

schweizerischen Landschaft ist keine Schilderung aus dem Alterthum auf uns gekommen; und doch gingen ununterbrochen Staatsmänner, Heerführer, und in ihrem Gefolge Literaten durch Helvetien nach Gallien. Alle diese Reisenden wissen nur über die unfahrbaren, schmutzlichen Wege zu klagen, das Romantische der Naturscenen beschäftigte sie nie. Es ist sogar bekannt, daß Julius Cäsar, als er zu seinen Legionen nach Gallien zurückkehrte, die Zeit benutzte, um „während des Ueberganges über die Alpen" eine grammatische Schrift de analogia anzufertigen*). Silius Italicus (er starb unter Trajan, wo die Schweiz schon sehr angebaut war) beschreibt die Alpengegend als eine schreckenerregende, vegetationslose Einöde†), während er mit Liebe alle Felsenschluchten Italiens und die buschigen Ufer des Liris (Garigliano) besingt‡). Auffallend ist dabei, daß der wundersame Anblick gegliederter Basaltsäulen, wie das mittlere Frankreich, die Rheinufer und die Lombardei sie in vielfältigen Gruppen darbieten, die Römer zu keiner Beschreibung, ja nicht einmal zu einer Erwähnung angeregt hat.

Während die Gefühle abstarben, welche das classische Alterthum belebten und den Geist auf Handlung und Aeußerung menschlicher Thatkraft, nicht auf Zustände und Beschauung der Außenwelt leiteten, gewann eine neue Sinnesart Raum. Es verbreitete sich allmälig das Christenthum; und wie dieses, selbst wo es als Staatsreligion auftrat, in der großen Angelegenheit der bürgerlichen Freiheit des Menschengeschlechts für die niederen Volksclassen wohlthätig wirkte, so erweiterte es auch den Blick in die freie Natur. Das Auge haftete nicht mehr an den Gestalten der olympischen Götter; der Schöpfer (so lehren es die Kirchenväter in ihrer kunstgerechten, oft dichterisch phantasiereichen Sprache) zeigt sich groß in der todten Natur wie in der lebendigen, im wilden Kampf der Elemente wie im stillen Treiben der organischen Entfaltung. Bei der allmäligen Auflösung der römischen Weltherrschaft verschwinden freilich nach und nach, in den Schriften jener traurigen Zeit, die schöpferische Kraft, die Einfachheit und Reinheit der Diction; sie verschwinden zuerst in den lateinischen Ländern, später auch in dem griechischen Osten. Hang zur Einsamkeit, zu trübem Nachdenken, zu innerer Versenkung des Gemüths wird sichtbar; sie wirkt gleichzeitig auf die Sprache und auf die Färbung des Styls.

Wenn sich auf einmal etwas neues in den Gefühlen der Menschen zu entwickeln scheint, so kann fast immer ein früher, tiefliegender Keim, wie vereinzelt, aufgespürt werden. Die Weichheit‖) des Mimnermos hat man oft eine sentimentale Richtung des Gemüthes genannt. Die alte Welt ist nicht schroff von der neueren geschieden; aber Veränderungen in den religiösen Ahndungen der Menschheit, in den zartesten sittlichen Gefühlen, in der speciellen Lebensweise derer, welche Einfluß auf den Ideenkreis der Massen ausüben, mochten plötzlich vorherrschend, was früher der Aufmerksamkeit entgehen mußte. Die christliche Richtung des Gemüths war die, aus der Weltordnung und aus der Schönheit der Natur die Größe und die Güte des Schöpfers zu beweisen. Eine solche Richtung, die Verherrlichung der Gottheit aus ihren Werken, veranlaßte den Hang nach Naturbeschreibungen. Die frühesten und ausführlichsten finden wir bei einem Zeitgenossen des Tertullianus und Philostratus, bei einem rhetorischen Sachwalter zu Rom, Minucius Felix, aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts. Man folgt ihm gern im Dämmerlichte an den Strand bei Ostia, den er freilich malerischer und der Gesundheit zuträglicher schildert, als wir ihn jetzt finden. In dem religiösen Gespräch Octavius wird der neue Glaube gegen die Einwürfe eines heidnischen Freundes muthvoll vertheidigt¶).

---

*) Suet. in Julio Caesare cap. 56. Das verlorene Gedicht des Cäsar (Iter) beschrieb die Reise nach Spanien, als er zu seiner letzten Kriegsthat sein Heer, nach Suetons in 24, nach Strabo und Appian in 27 Tagen zu Lande von Rom nach Corduba führte, weil die Reste der in Afrika geschlagenen Pompejanischen Parthei sich in Spanien wieder gesammelt hatten.

†) Sil. Ital. Punica lib. III v. 477.

‡) A. a. O. lib. IV v. 348, lib. VIII v. 399.

‖) S. über das elegische Gedicht Nicol. Bach in der allg. Schul-Zeitung 1829 Abth. II. No. 134 S. 1097.

¶) Minucii Felicis Octavius ex rec. Gron. (Roterod. 1743) cap. 2 und 3 (pag. 12—28), cap. 16—18 (pag. 151—171).

Es ist hier der Ort aus den griechischen Kirchenvätern einige Naturschilderungen fragmentarisch einzuschalten, da sie meinen Lesern gewiß weniger bekannt sind, als was aus der römischen Literatur uns die altitalische Liebe zum Landleben überliefert hat. Ich beginne mit einem Briefe Basilius des Großen, für den ich lange schon eine besondere Vorliebe hege. Aus Cäsarea in Cappadocien gebürtig, hatte Basilius, nicht viel über dreißig Jahre alt, dem heiteren Leben zu Athen entsagt, auch schon die christlichen Einsiedeleien in Cölesyrien und Oberägypten besucht, als er sich nach Art der vorchristlichen Essener und Therapeuten in eine Wildniß am armenischen Flusse Iris zurückzog. Dort war sein zweiter Bruder*) Naucratius nach fünfjährigem strengen Anachoretenleben beim Fischen ertrunken. „Ich glaube endlich," schreibt er an Gregorius von Nazianz, „das Ende meiner Wanderungen zu finden. Die Hoffnung mich mit Dir zu vereinigen, ich sollte sagen meine süßen Träume (denn mit Recht hat man Hoffnungen Träume des wachenden Menschen genannt), sind unerfüllt geblieben. Gott hat mich einen Ort finden lassen, wie er uns beiden oft in der Einbildungskraft vorgeschwebt. Was diese uns in weiter Ferne gezeigt, sehe ich jetzt vor mir. Ein hoher Berg, mit dichter Waldung bedeckt, ist gegen Norden von frischen, immerfließenden Wassern befeuchtet. Am Fuß des Berges dehnt sich eine weite Ebene hin, fruchtbar durch die Dämpfe, die sie benetzen. Der umgebende Wald, in welchem sich vielartige Bäume zusammendrängen, schließt mich ab wie in eine feste Burg. Die Einöde ist von zwei tiefen Thalschluchten begrenzt. Auf der einen Seite bildet der Fluß, wo er vom Berge schäumend herabstürzt, ein schwer zu überschreitendes Hinderniß, auf der anderen verschließt ein breiter Bergrücken den Eingang. Meine Hütte ist auf dem Gipfel so gelegen, daß ich die weite Ebene überschaue, wie den ganzen Lauf des Iris, welcher schöner und wasserreicher ist als der Strymon bei Amphipolis. Der Fluß meiner Einöde, reißender als irgend einer, den ich kenne, bricht sich an der vorspringenden Felswand und wälzt sich schäumend in den Abgrund: dem Bergwanderer ein anmuthiger, wundervoller Anblick, den Eingeborenen nutzbar zu reichlichem Fischfang. Soll ich Dir beschreiben die befruchtenden Dämpfe, welche aus der (feuchten) Erde, die kühlen Lüfte, welche aus dem (bewegten) Wasserspiegel aufsteigen? soll ich reden von dem lieblichen Gesang der Vögel und der Fülle blühender Kräuter? Was mich vor allem reizt, ist die stille Ruhe der Gegend. Sie wird bisweilen nur von Jägern besucht; denn meine Wildniß nährt Hirsche und Heerden wilder Ziegen, nicht eure Bären und eure Wölfe. Wie möchte ich einen anderen Ort mit diesem vertauschen! Alkmäon, nachdem er die Echinaden gefunden, wollte nicht weiter umherirren†)." Es sprechen sich in dieser einfachen Schilderung der Landschaft und des Waldlebens Gefühle aus, welche sich mit denen der modernen Zeit inniger verschmelzen als alles, was uns aus dem griechischen und römischen Alterthume überkommen ist. Von der einsamen Berghütte, in die Basilius sich zurückgezogen, senkt sich der Blick auf das feuchte Laubdach des tief liegenden Waldes. Der Ruhesitz, nach welchem er und sein Freund Gregorius von Nazianz‡) so lange sich gesehnt, ist endlich gefunden. Die dichterisch mythische Anspielung am Ende des Briefes erklingt wie eine Stimme, die aus einer anderen, früheren Welt in die christliche herüberschallt.

*) Ueber den Tod des Naucratius um das Jahr 357 s. Basilii Magni Opp. omnia ed. Par. 1730 T. III p. XLV. Die jüdischen Essener führten zwei Jahrhunderte vor unsrer Zeitrechnung ein Einsiedlerleben am westlichen Ufer des todten Meeres, in Verkehr mit der Natur. Plinius sagt schön von ihnen (V, 15): „mira gens, socia palmarum." Die Therapeuten wohnten ursprünglich, und in mehr klösterlicher Gemeinschaft, in einer anmuthigen Gegend am See Möris (Neander, allg. Geschichte der christl. Religion und Kirche Bd. I. Abth. 1. 1842 S. 73 und 103).

†) Basilii M. Epist. XIV p. 93, Ep. CCXXIII p. 339. Ueber den schönen Brief an Gregorius von Nazianz und über die poetische Stimmung des heil. Basilius s. Villemain de l'éloquence chrétienne dans le quatrième siècle, in seinen Mélanges historiques et littéraires T. III. p. 320—325. Der Iris, an dessen Ufern die Familie des großen Basilius alten Länderbesitz hatte, entspringt in Armenien, durchströmt die pontischen Landschaften und fließt, mit den Wassern des Lycus gemischt, in das schwarze Meer.

‡) Gregorius von Nazianz ließ sich jedoch nicht durch die Beschreibung der Einsiedelei des Basilius am Iris reizen; er zog Arianzus in der Tiberina Regio vor, obgleich sein Freund diesen Ort mürrisch ein unreines βάραθρον nennt. S. Basilii Ep. II p. 70 und die Vita Sancti Bas. p. XLVI und LIX der Ausg. von 1730.

Auch des Baſilius Homilien über das Hexaëmeron zeugen von ſeinem Naturgefühl. Er beſchreibt die Milde der ewig heiteren Nächte in Kleinaſien, wo, wie er ſich ausdrückt, die Sterne, „die ewigen Blüthen des Himmels," den Geiſt des Menſchen vom Sichtbaren zum Unſichtbaren erheben*). Wenn er in der Sage von der Weltſchöpfung die „Schönheit des Meeres" preiſen will, ſo beſchreibt er den Anblick der grenzenloſen Fläche in ihren verſchiedenen, wechſelnden Zuſtänden: „wie ſie, vom Hauch der Lüfte ſanft bewegt, vielfarbig, bald weißes, bald blaues, bald röthliches Licht zurückwirft, wie ſie die Küſte liebkoſt in ihren friedlichen Spielen." Dieſelbe ſentimental-ſchwermüthige, der Natur zugewandte Stimmung finden wir bei Gregorius von Nyſſa, dem Bruder des Großen Baſilius. „Wenn ich," ruft er aus, „jeden Felſenrücken, jeden Thalgrund, jede Ebene mit neuentſproſſenem Graſe bedeckt ſehe, dann den mannigfaltigen Schmuck der Bäume, und zu meinen Füßen die Lilien, doppelt von der Natur ausgeſtattet mit Wohlgeruch und mit Farbenreiz; wenn ich in der Ferne ſehe das Meer, zu dem hin die wandelnde Wolke führt: ſo wird mein Gemüth von Schwermuth ergriffen, die nicht ohne Wonne iſt. Verſchwinden dann im Herbſte die Früchte, fallen die Blätter, ſtarren die Aeſte des Baumes ihres Schmuckes beraubt; ſo verſenken wir uns (bei dem ewig und regelmäßig wiederkehrenden Wechſel) in den Einklang der Wunderkräfte der Natur. Wer dieſe mit dem ſinnigen Auge der Seele durchſchaut, fühlt des Menſchen Kleinheit bei der Größe des Weltalls†)."

Leitete eine ſolche Verherrlichung Gottes in liebevoller Anſchauung der Natur die chriſtlichen Griechen zu dichteriſchen Naturſchilderungen, ſo waren ſie dabei auch immer, in den früheren Zeiten des neuen Glaubens, nach der Eigenthümlichkeit ihrer Sinnesart, voll Verachtung aller Werke der menſchlichen Kunſt. Chryſoſtomus ſagt in unzähligen Stellen: „Siehſt du ſchimmernde Gebäude, will dich der Anblick der Säulengänge verführen, ſo betrachte ſchnell das Himmelsgewölbe und die freien Felder, in welchen die Heerden am Ufer der Seen weiden. Wer verachtet nicht alle Schöpfungen der Kunſt, wenn er in der Stille des Herzens früh die aufgehende Sonne bewundert, indem ſie ihr goldenes (krokosgelbes) Licht über den Erdkreis gießt; wenn er, an einer Quelle im tiefen Graſe oder unter dem dunkeln Schatten dichtbelaubter Bäume ruhend, ſein Auge weidet an der weiten dämmernd hinſchwindenden Ferne?‡)" Antiochien war damals von Einſiedeleien umgeben, und in einer derſelben lebte Chryſoſtomus. Es war als hätte die Beredſamkeit am Quell der Natur, in den damals waldigen Berggegenden von Syrien und Kleinaſien ihr Element, die Freiheit, wiedergefunden.

Als aber in den ſpäteren, aller Geiſtescultur feindlichen Zeiten das Chriſtenthum ſich unter germaniſche und celtiſche Volksſtämme verbreitete, die vormals, dem Naturdienſt ergeben, in rohen Symbolen die erhaltenden und zerſtörenden Mächte verehrten, wurden allmälig der nahe Umgang mit der Natur und das Aufſpüren ihrer Kräfte, als zur Zauberei anregend, verdächtigt. Dieſer Umgang ſchien eben ſo gefahrbringend, wie dem Tertullian, dem Clemens von Alexandrien und faſt allen älteren Kirchenvätern die Pflege der

*) Basilii Homil. in Hexaem. VI, 1 und IV, 6 (bas. Opp. omnia ed. Jul. Garnier 1839 T. I. p. 54 und 70.) Vergl. damit den Ausdruck der tiefſten Schwermuth in dem ſchönen Gedichte des Gregorius von Nazianz unter der Ueberſchrift: „von der Natur des Menſchen" (Gregor. Naz. Opp. omnia ed. Par. 1611 T. II. Carm. XIII p. 85).

†) Die im Texte citirte Stelle des Gregorius von Nyſſa iſt aus einzelnen hier wörtlich überſetzten Fragmenten zuſammengetragen. Es finden ſich dieſelben in S. Gregorii Nysseni Opp. ed. Par. 1615 T. I. p. 49 C, p. 589 D, p. 210 C, p. 780 C; T. II. p. 860 B, p. 619 B, p. 619 D, p. 324 D. „Sei milde gegen die Regungen der Schwermuth," ſagt Thalaſſius in Denkſprüchen, welche von ſeinen Zeitgenoſſen bewundert wurden (Biblioth. Patrum ed. Par. 1624 T. II. p. 1180 C).

‡) S. Joannis Chrysostomi Opp. omnia Par. 1838 (8°) T. IX. p. 687 A, T. II. p. 821 A und 851 E, T. I. p. 79. Vergl. auch Joannis Philoponi in cap. 1 Geneseos de creatione Mundi libri septem. Viennae Austr. 1630 p. 192, 236 und 272; wie auch Georgii Pisidae Mundi opificium ed. 1596 v. 367—375, 560, 933 und 1248. Die Werke des Baſilius und des Gregorius von Nazianz hatten ſchon früh, ſeitdem ich anfing, Naturſchilderungen zu ſammeln, meine Aufmerkſamkeit gefeſſelt: aber alle angeführten trefflichen Ueberſetzungen von Gregorius von Nyſſa, Chryſoſtomus und Thalaſſius verdanke ich meinem vieljährigen, mir immer ſo hülfreichen Collegen und Freunde Herrn Haſe, Mitglied des Inſtituts und Conſervator der Königl. Bibliothek zu Paris.

plastischen Künste. In dem zwölften und dreizehnten Jahrhunderte untersagten Kirchenversammlungen zu Tours (1163) und zu Paris (1209) den Mönchen das sündhafte Lesen physikalischer Schriften*). Erst durch Albert den Großen und Roger Bacon wurden die Geistesfesseln muthvoll gebrochen, die „Natur entsündigt" und in ihre alten Rechte eingesetzt.

Wir haben bisher die Contraste geschildert, die bei Griechen und Römern, in zwei so nahe mit einander verwandten Literaturen, sich nach Verschiedenheit der Zeitepochen offenbarten. Aber nicht die Zeit allein, d. h. die Weltbegebenheiten, welche Regierungsform, Sitten und religiöse Anschauungen unaufhaltsam umwandeln, bringen diese Contraste in der Gefühlsweise hervor; noch auffallender sind die, welche die Stammverschiedenheit der Menschen und ihre geistigen Anlagen erzeugen. Wie ganz anders zeigen sich uns Lebendigkeit des Naturgefühls und dichterische Färbung der Naturschilderungen bei den Hellenen, den Germanen des Nordens, den semitischen Stämmen, den Persern und Indern! Es ist eine vielfach geäußerte Meinung, daß bei den nordischen Völkern die Freude an der Natur, eine alte Sehnsucht nach den anmuthigen Gefilden von Italien und Griechenland, nach der wundervollen Ueppigkeit der Tropen-Vegetation hauptsächlich einer langen winterlichen Entbehrung alles Naturgenusses zuzuschreiben sei. Wir läugnen nicht, daß die Sehnsucht nach dem Palmenklima abnimmt, je nachdem man sich dem mittäglichen Frankreich oder der iberischen Halbinsel nähert; aber der jetzt so allgemein gebrauchte, auch ethnologisch richtige Name *indogermanischer* Stämme sollte allein schon daran erinnern, daß man jenen Einflüssen des nordischen Winters nicht eine zu allgemeine Wirksamkeit zuschreiben müsse. Die überreiche dichterische Literatur der Inder lehrt, daß zwischen den Wendekreisen und denselben nahe, südlich von der Himalaya-Kette, immer grüne und immer blüthenreiche Wälder die Einbildungskraft der *ost-arischen Völker* von je her lebhaft anregten, daß diese Völker sich zur naturbeschreibenden Poesie mehr noch hingeneigt fühlten, als die im unwirthbaren Norden bis Island verbreiteten ächt germanischen Stämme. Eine Entbehrung oder wenigstens eine gewisse Unterbrechung des Naturgenusses ist aber auch den beglückteren Klimaten des südlichen Asiens eigen. Die Jahreszeiten sind schroff von einander geschieden, durch Wechsel von allbefruchtendem Regen und staubig verödender Dürre. In Persien (der west-arischen Hochebene) dringt die pflanzenleere Wüste mannigfach busenförmig in die gesegnetsten Fruchtländer ein. Waldung bildet oft in Mittel- und Vorderasien das Ufer der weitgedehnten inneren Steppenmeere. So gewähren dem Bewohner jener heißen Klimate die räumlichen Verhältnisse des Bodens in horizontaler Richtung denselben Contrast der Oede und des Pflanzenreichthums als in senkrechter Richtung die schneebedeckten Bergketten von Indien und Afghanistan. Großartige Contraste der Jahreszeiten, der Vegetation und der Höhe sind aber überall, wo eine lebendige Naturanschauung mit der ganzen Cultur und den religiösen Ahndungen eines Volksstammes verwebt ist, die anregenden Elemente dichterischer Phantasie.

Freude an der Natur, dem beschaulichen Hang der germanischen Nationen eigenthümlich, spricht sich in einem hohen Grade in den frühesten Gedichten des Mittelalters aus. Die ritterliche Poesie der Minnesänger in der hohenstaufischen Zeit giebt zahlreiche Beweise dafür. So mannigfaltige historische Berührungspunkte auch diese Poesie mit der romanischen der Provenzalen hat, so ist doch das ächt germanische Princip nie daran verkannt worden. Ein inniges, alles durchdringendes Naturgefühl leuchtet aus den germanischen

*) Ueber das Concilium Turonense unter Pabst Alexander III. s. Ziegelbauer, Hist. Rei litter. ordinis S. Benedicti T. II. p. 248 ed. 1754; über das Concilium zu Paris von 1209 und die Bulle Gregors IX vom Jahr 1231 s. Jourdain, Recherches crit. sur les traductions d'Aristote 1819 p. 204—206. Es war das Lesen der physikalischen Bücher des Aristoteles mit strengen Strafen belegt worden. In dem Concilium Lateranense von 1139 (Sacror. Concil. nova Collectio ed. Ven. 1776 T. XXI. p. 528) wurde den Mönchen bloß die Ausübung der Medicin untersagt. Vergl. die gelehrte und anmuthige Schrift des jungen Wolfgang von Goethe: der Mensch und die elementarische Natur 1844 S. 10.

Sitten und allen Einrichtungen des Lebens, ja aus dem Hange zur Freiheit hervor*). Viel in höfischen Kreisen lebend, ja oft aus ihnen entsprossen, blieben die wandernden Minnesänger mit der Natur in beständigem Verkehr. Es erhielt sich frisch in ihnen eine idyllische, oft elegische Gemüthsstimmung. Um das zu würdigen, was eine solche Stimmung hervorgebracht, wende ich mich zu den Forschungen der tiefsten Kenner unseres deutschen Mittelalters, zu meinen edeln Freunden Jacob und Wilhelm Grimm. „Die vaterländischen Dichter jener Epoche," sagt der Letztere, „haben sich nirgends einer abgesonderten Naturschilderung hingegeben, einer solchen, die kein anderes Ziel hat, als den Eindruck der Landschaft auf das Gemüth mit glänzenden Farben darzustellen. Der Sinn für die Natur fehlte den altdeutschen Meistern gewiß nicht; aber sie hinterließen uns keine andre Aeußerung dieses Sinnes als die, welche der Zusammenhang mit geschichtlichen Vorfällen oder mit den Empfindungen erlaubte, die in lyrische Gedichte ausströmten. Um mit dem Volksepos, den ältesten und werthvollsten Denkmälern, zu beginnen, so findet sich weder in den Nibelungen noch in der Gudrun†) die Schilderung einer Naturscene, selbst da, wo dazu Veranlassung war. Bei der sonst umständlichen Beschreibung der Jagd, auf welcher Siegfried ermordet wird, geschieht nur Erwähnung der blumenreichen Heide und des kühlen Brunnens unter der Linde. In der Gudrun, die eine gewisse feinere Ausbildung zeigt, bricht der Sinn für die Natur etwas mehr durch. Als die Königstochter mit ihren Gefährten, zu niedrigem Sklavendienst gezwungen, die Gewänder ihrer grausamen Gebieter an das Ufer des Meeres trägt, wird die Zeit bezeichnet, wo der Winter sich eben gelöst und der Wettgesang der Vögel beginnt. Noch fallen Schnee und Regen herab, und das Haar der Jungfrauen wird vom rauhen Märzwinde gepeitscht. Als Gudrun, ihre Befreier erwartend, das Lager verläßt und nun das Meer beim Aufgang des Morgensterns zu schimmern beginnt, unterscheidet sie die dunkeln Helme und die Schilde der Freunde. Es sind wenige Worte, welche dies andeuten, aber sie geben ein anschauliches Bild, bestimmt die Spannung vor einem wichtigen geschichtlichen Ereigniß zu vermehren. Nicht anders macht es Homer, wenn er die Cyclopen-Insel schildert und die geordneten Gärten des Alcinous: er will anschaulich machen die üppige Fülle der Wildniß, in der die riesigen Ungeheuer leben, und den prächtigen Wohnsitz eines mächtigen Königs. Beide Dichter gehen nicht darauf aus eine für sich bestehende Naturschilderung zu entwerfen."

„Dem schlichten Volksepos stehen die inhaltreichen Erzählungen der ritterlichen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts entgegen, die eine bewußte Kunst übten und unter welchen sich Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Strasburg‡) im Beginn des Jahrhunderts so sehr hervorheben, daß man sie die großen und classischen nennen kann. Aus ihren umfangreichen Werken würde man Beweise genug von tiefem Gefühl für die Natur, wie es zumal in Gleichnissen ausbricht, sammeln können; aber der Gedanke an unabhängige Naturschilderungen war auch ihnen fremd. Sie hemmten nicht den Fortschritt der Handlung, um bei der Betrachtung des ruhigen Lebens der Natur stille zu stehn. Wie verschieden davon sind die neueren dichterischen Compositionen! Bernardin de St. Pierre braucht die Ereignisse nur als Rahmen für sein Gemälde. Die lyrischen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts, zumal wenn sie die Minne besingen (was sie nicht immer thun), reden oft genug von dem milden Mai, dem Gesang der Nachtigall, dem Thau, welcher an den Blüthen der Heide glänzt: aber immer nur in Beziehung der Gefühle, die

---

*) Friedr. Schlegel über nordische Dichtkunst in seinen sämmtlichen Werken Bd. X. S. 71 und 90. Aus der sehr frühen Zeit Carls des Großen ist noch die dichterische Schilderung des waldigen, wieseneinschließenden Thiergartens bei Aachen anzuführen in dem Leben des großen Kaisers von Angilbertus, Abt von St. Riquier [i. Pertz, Monum. Vol. II. pag. 393—403).

†) S. die Vergleichung beider Epen, der Nibelungen (die Rache der Chriemhild schildernd der Gemahlin des hörnernen Siegfried) und der Gudrun (der Tochter Königs Hetel), in Gervinus Gesch. der deutschen Lit. Bd. I. S. 354—381.

‡) Ueber die romantische Schilderung der Höhle der Liebenden im Tristan des Gottfried von Strasburg s. Gervinus a. a. O. Bd. I. S. 450.

ſich darin abſpiegeln ſollen. Um traurende Stimmungen zu bezeichnen, wird der falben Blätter, der verſtummenden Vögel, der in Schnee vergrabenen Saaten gedacht. Dieſelben Gedanken, freilich ſchön und ſehr verſchiedenartig ausgedrückt, kehren unabläſſig wieder. Der ſeelenvolle Walther von der Vogelweide und der tiefſinnige Wolfram von Eſchenbach, von dem wir leider nur wenige lyriſche Geſänge beſitzen, ſind hier als glänzende Beiſpiele aufzuführen."

„Die Frage, ob der Contact mit dem ſüdlichen Italien oder durch die Kreuzzüge mit Kleinaſien, Syrien und Paläſtina die deutſche Dichtkunſt nicht mit neuen Naturbildern bereichert habe, kann im allgemeinen nur verneint werden. Man bemerkt nicht, daß die Bekanntſchaft mit dem Orient dem Minnegeſang eine andere Richtung gegeben habe. Die Kreuzfahrer kamen wenig in nahe Verbindung mit den Sarazenen; ja ſie lebten ſelbſt mit anderen Völkern, die für dieſelbe Sache kämpften, in großer Spannung. Einer der älteſten lyriſchen Dichter war Friedrich von Hauſen. Er kam in dem Heere Barbaroſſa's um. Seine Lieder enthalten vielfache Beziehungen auf die Kreuzfahrt, aber ſie drücken nur religiöſe Anſichten aus oder den Schmerz ſich von der Geliebten getrennt zu ſehen. Von dem Lande fand er, und alle die an den Kreuzzügen Theil nahmen, wie Reinmar der Alte, Rubin, Neidhart und Ulrich von Lichtenſtein, nicht Veranlaſſung etwas zu ſagen. Reinmar kam als Pilgrim nach Syrien, wie es ſcheint, im Gefolge Herzogs Leopold VI. von Oeſtreich. Er klagt, daß die Gedanken an die Heimath ihn nicht loslaſſen, und ihn von Gott abziehen. Die Dattelpalme wird hier einige Male genannt, wo der Palmenzweige gedacht iſt, welche fromme Pilger auf der Schulter tragen ſollen. Ich erinnere mich auch nicht, daß die herrliche Natur Italiens die Phantaſie der Minneſänger angeregt habe, welche die Alpen überſtiegen. Walther von der Vogelweide, der weit umhergezogen, hatte nur den Po geſehen; aber Freidank*) war in Rom. Er bemerkt bloß, daß in den Palläſten derer, welche ſonſt dort herrſchten, Gras wachſe."

Das deutſche Thierepos, welches nicht mit der Thierfabel des Orients verwechſelt werden darf, iſt aus einem Zuſammenleben mit der Thierwelt entſtanden, ohne die Abſicht zu haben dieſe darzuſtellen. Das Thierepos, welches Jacob Grimm in der Einleitung zu ſeiner Ausgabe des Reinhart Fuchs ſo meiſterhaft behandelt, bezeugt eine innige Freude an der Natur. Die nicht an den Boden gefeſſelten, mit Stimme begabten, leidenſchaftlich aufgeregten Thiere contraſtiren mit dem Stillleben der ſchweigſamen Pflanzen. Sie ſind ein immerdar thätiges die Landſchaft belebendes Princip. „Die alte Poeſie betrachtet das Naturleben gern mit menſchlichem Auge, ſie leiht den Thieren und bisweilen ſelbſt den Pflanzen Sinn und Empfindungen des Menſchen, indem ſie phantaſiereich und kindlich alles Wahrgenommene in Geſtalt und Trieben zu deuten weiß. Kräuter und Blumen ſind von Göttern und Helden gepflückt und gebraucht worden, ſie führen dann nach ihnen den Namen. Man fühlt, daß wie ein alter Waldgeruch uns aus dem deutſchen Thiergedicht anwehe." †)

An die Denkmäler germaniſcher Naturdichtung hätte man vormals geneigt ſein können Reſte celtiſch-iriſcher Dichtung anzuſchließen, die ein halbes Jahrhundert lang unter dem Namen Oſſians wie Nebelgeſtalten von Volk zu Volk gewandelt ſind; aber der Zauber iſt verſchwunden, ſeitdem des talentvollen Macpherſon's literariſches Benehmen durch die

---

*) Bridanke's Beſcheidenheit von Wilhelm Grimm 1834 S. L und CXXVIII. Das ganze Urtheil über das deutſche Volksepos und über den Minnegeſang (im Text von S. 206 bis S. 208) habe ich einem Briefe von Wilhelm Grimm an mich (Oct. 1845) entlehnt. Aus einem ſehr alten angelſächſiſchen Gedichte über die Namen der Runen, welches Hickes zuerſt bekannt gemacht und das eine gewiſſe Verwandtſchaft mit eddiſchen Liedern hat, ſchalte ich hier noch eine recht charakteriſtiſche Beſchreibung der Birke ein: „Beorc iſt in Aeſten ſchön; an den Spitzen rauſcht ſie lieblich bewachſen mit Blättern, von den Lüften bewegt." Einfach und edel iſt die Begrüßung des Tages: „Tag iſt des Herren Bote, theuer dem Menſchen, herrliches Licht Gottes, Freude und Zuverſicht Reichen und Armen, allen gedeihlich!" Vergl. Wilhelm Grimm über deutſche Runen 1821 S. 94, 225 und 234.

†) Jacob Grimm in Reinhart Fuchs 1834 S. CCXCIV. (Vergl. auch Chriſtian Laſſen in ſeiner indiſchen Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 296.)

Wenn wir von dem iranischen Hochlande durch Turan (im Zend Tûirja*) nordwärts in die Europa und Asien scheidende Uralkette übergehn, so gelangen wir zu dem Ursitze des finnischen Stammes; denn der Ural ist ein alt-finnisches, wie der Altai ein alttürkisches Land. Bei den finnischen Stämmen nun, die sich weit in Westen auf europäischem Boden in der Niederung angesiedelt, hat aus dem Munde der Karelier und der Landleute von Olonez Elias Lönnrot eine große Zahl finnischer Lieder gesammelt, in denen nach dem Ausdruck von Jacob Grimm†) „ein reges sinniges Naturgefühl waltet, wie es fast nur in indischen Dichtungen angetroffen wird." Ein altes Epos von fast dreitausend Versen dreht sich um den Kampf zwischen Finnen und Lappen und um die Schicksale eines göttlichen Helden, der Vaino genannt wird. Es enthält das Epos eine anmuthvolle Beschreibung des finnischen Landlebens, besonders da, wo die Frau des Eisenschmiedts Ilmarinen ihre Heerden in die Wälder sendet und Gebete zum Schutze der Thiere spricht. Wenige Völkerstämme bieten in ihrer Geistesbildung und in der Richtung ihrer Gefühle, wie sie durch entartende Knechtschaft, oder kriegerische Wildheit, oder ausdauerndes Streben nach politischer Freiheit bestimmt worden ist, mannigfaltigere und wundersamere Abstufungen dar als der finnische Stamm in seinen sprachverwandten Unterabtheilungen. Wir erinnern an jene, jetzt so friedlichen Landleute, bei denen das Epos aufgefunden worden, an die lange mit Mongolen verwechselten weltstürmenden Hunnen, und an ein großes und edles Volk, die Magyaren.

Bei der Betrachtung dessen, was in der Lebendigkeit des Naturgefühls und der Form seiner Aeußerungen von der Verschiedenheit der Racen, von dem eigenthümlichen Einflusse der Gestaltung des Bodens, von der Staatsverfassung und der religiösen Stimmung abzuhangen scheint, bleibt uns übrig einen Blick auf die Völker Asiens zu werfen, welche mit den arischen oder indogermanischen Stämmen, den Indern und Persern, am meisten contrastiren. Die semitischen oder aramäischen Nationen zeigen uns in den ältesten und ehrwürdigsten Denkmälern ihrer dichterischen Gemüthsart und schaffenden Phantasie Beweise eines tiefen Naturgefühls. Der Ausdruck desselben offenbart sich großartig und belebend in Hirtensagen, in Tempel- und Chorgesängen, in dem Glanz der lyrischen Poesie unter David, in der Seher- und Prophetenschule, deren hohe Begeisterung, der Vergangenheit fast entfremdet, ahndungsvoll auf die Zukunft gerichtet ist.

Die hebräische Dichtungsweise bietet den Bewohnern des Abendlandes bei ihrer inneren, erhabnen Größe noch den besonderen Reiz, daß sie mit den localen Glaubens-Erinnerungen der Anhänger von drei weitverbreiteten Religionen, der mosaischen, christlichen und mohammedanischen, vielfach verwebt ist. Durch Missionen, welche der Handelsgeist und die Eroberungssucht schifffahrender Nationen begünstigen, sind geographische Namen und Naturschilderungen des Morgenlandes, wie sie die Schriften des alten Bundes uns aufbewahrt, tief in die Wälder der Neuen Welt und in die Inseln der Südsee eingedrungen.

Es ist ein charakteristisches Kennzeichen der Naturpoesie der Hebräer, daß, als Nesler des Monotheismus, sie stets das Ganze des Weltalls in seiner Einheit umfaßt, sowohl das Erdenleben als die leuchtenden Himmelsräume. Sie weilt seltener bei dem Einzelnen der Erscheinung, sondern erfreut sich der Anschauung großer Massen. Die Natur wird nicht geschildert als ein für sich Bestehendes, durch eigene Schönheit Verherrlichtes; dem hebräischen Sänger erscheint sie immer in Beziehung auf eine höher waltende geistige Macht. Die Natur ist ihm ein Geschaffenes Angeordnetes, der lebendige Ausdruck der Allgegenwart Gottes in den Werken der Sinnenwelt. Deshalb ist die lyrische Dichtung der Hebräer schon ihrem Inhalte nach großartig und von feierlichem Ernst, sie ist trübe

---

*) Tûirja oder Turan sind Benennungen unentschiedener Herkunft. Doch hat Burnouf (Yaçna T. I. p. 427—430) scharfsinnig an die bei Strabo (lib. XI. pag. 517 Cas.) genannte baktrische Satrapie Turiva oder Turiva erinnert. Du Theil und Groskurd (letzterer Th. II. S. 410) wollen aber Tapyria lesen.

†) Ueber ein finnisches Epos von Jacob Grimm 1845 S. 5.

oſt-ariſcher Völker. Ihr Hauptgegenſtand iſt die Verehrung der Natur. Reizende Schilderungen der Morgenröthe und des Anblicks der „goldhändigen“ Sonne enthalten die Hymnen des Rigveda. Die großen Heldengedichte Ramayana und Mahabharata ſind jünger als die Veden, älter als die Puranen. In den epiſchen Schöpfungen iſt ihrem Weſen nach die Verherrlichung der Natur an die Sage geknüpft. Wenn in den Veden ſich ſelten örtlich die Scene angeben läßt, welche die heiligen Weiſen begeiſterte, ſo ſind dagegen in den Heldengedichten die Naturſchilderungen meiſt individuell und an beſtimmte Localitäten gebunden, daher, was hauptſächlich Leben giebt, aus ſelbſtempfangenen Eindrücken geſchöpft. Von reicher Färbung iſt die Reiſe Rama's von Ayodhya nach der Reſidenzſtadt Dſchanaka's, ſein Leben im Urwalde, das Bild von dem Einſiedlerleben der Panduiden.

Der Name Kalidaſa's iſt vielfach und früh unter den weſtlichen Völkern gefeiert worden. Der große Dichter glänzte an dem hochgebildeten Hofe des Vikramaditya, alſo gleichzeitig mit Virgil und Horaz. Die engliſchen und deutſchen Ueberſetzungen der Sakuntala haben die Bewunderung angeregt, welche dem Kalidaſa in ſo reichem Maaße gezollt worden iſt*). Zartheit der Empfindungen und Reichthum ſchöpferiſcher Phantaſie weiſen ihm ſeinen hohen Rang unter den Dichtern aller Nationen an. Den Reiz ſeiner Naturſchilderungen bezeugen das liebliche Drama Vikrama und Urvaſi, wo der König im Dickicht der Wälder umherirrt, um die Nymphe Urvaſi zu ſuchen, das Gedicht der Jahreszeiten und der Wolkenbote (Meghaduta). Mit bewundernswürdiger Naturwahrheit iſt in dieſem die Freude geſchildert, mit welcher nach langer tropiſcher Dürre die erſte Erſcheinung eines aufſteigenden Gewölkes als Anzeige der nahen Regenzeit begrüßt wird. Der Ausdruck Naturwahrheit, deſſen ich mich eben bedient habe, kann allein die Kühnheit rechtfertigen neben dem indiſchen Wolkenboten an ein Naturbild von dem Eintritt der Regenzeit zu erinnern †), das ich in Südamerika zu einer Epoche entworfen, wo Kalidaſa's Meghaduta mir auch nicht einmal aus Chézy's Überſetzung bekannt ſein konnte. Die geheimnißvollen meteorologiſchen Proceſſe, welche im Luftkreiſe vorgehen, in Dunſtbildung, Wolkengeſtalt und leuchtenden electriſchen Erſcheinungen, ſind zwiſchen den Wendekreiſen dieſelbe in beiden Continenten; und die idealiſirende Kunſt, deren Beruf es iſt die Wirklichkeit zu einem Bilde zu erheben, würde nicht von ihrem Zauber verlieren, wenn es dem zergliedernden Beobachtungsgeiſte ſpäterer Jahrhunderte glückte die Naturwahrheit einer alten, nur beſchauenden Dichtung zu bekräftigen.

Von den Oſt-Ariern, den brahmaniſchen Indern, und der entſchiedenen Richtung ihres Sinnes auf die maleriſche Schönheit der Natur ‡) gehen wir zu den Weſt-Ariern, den

---

*) Kalidaſa, am Hofe des Vikramaditya, lebte ungefähr 56 Jahr vor unſrer Zeitrechnung. Das Alter der beiden großen Heldengedichte, des Ramayana und Mahabharata, reicht ſehr wahrſcheinlich weit über die Erſcheinung Buddha's, d. i. weit über die Mitte des ſechsten Jahrhunderts vor Chr., hinauf (Burnouf, Bagavata-Purana T. I. p. CXI und CXVIII; Laſſen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 356 und 492). Georg Forſter hat durch die Ueberſetzung der Sakuntala, d. i. durch die geſchmackvolle Verdeutſchung einer engliſchen Uebertragung von William Jones (1791), viel zu dem Enthuſiasmus beigetragen, welcher damals zuerſt für indiſche Dichtkunſt in unſerm Vaterlande ausbrach. Ich erinnere gern an zwei ſchöne Diſtichen Goethe's, die 1792 erſchienen:

Willſt du die Blüthe des frühen, die Früchte des ſpäteren Jahres,
Willſt du, was reizt und entzückt, willſt du, was ſättigt und nährt,
Willſt du den Himmel, die Erde mit einem Namen begreifen;
Nenn' ich, Sakontala, Dich, und ſo iſt alles geſagt.

Die neueſte deutſche Ueberſetzung des indiſchen Drama's nach den wichtigen von Brockhaus aufgefundenen Urtexten, iſt die von Otto Böthlingk (Bonn 1842).

†) Humboldt über Steppen und Wüſten in den Anſichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 33—37.

‡) Um das Wenige zu vervollſtändigen, was in dem Texte der indiſchen Literatur entlehnt iſt, und um (wo früher bei der griechiſchen und römiſchen Literatur geſchehen iſt) die Quellen einzeln angeben zu können, ſchalte ich hier, nach den freundlichen handſchriftlichen Mittheilungen eines ausgezeichneten und philoſophiſchen Kenners der indiſchen Dichtungen, Herrn Theodor Goldſtücker, allgemeinere Betrachtungen über das indiſche Naturgefühl ein:

„Unter allen Einflüſſen, welche die geiſtige Entwickelung des indiſchen Volkes erfahren, ſcheint mir derjenige der erſte und wichtigſte, welchen die reiche Natur des Landes auf das Volk ausgeübt hat. Das tiefſte Naturgefühl iſt zu allen Zeiten der Grundzug des indiſchen Geiſtes geweſen. Drei Epochen laſſen ſich mit Bezug auf die Weiſe angeben, in welcher ſich dieſes Naturgefühl offenbart hat. Jede derſelben hat ihren beſtimmten im Leben und in der Tendenz des Volkes tief begründeten Charakter. Daher können wenige Beiſpiele hinreichen, um die faſt dreitauſendjährige Thätigkeit der ind-

Buch Hiob wird allgemein für die vollendetste Dichtung gehalten, welche die hebräische Poesie hervorgebracht hat. Es ist so malerisch in der Darstellung einzelner Erscheinungen als kunstreich in der Anlage der ganzen didactischen Composition. In allen modernen Sprachen, in welchen das Buch Hiob übertragen worden ist, lassen seine Naturbilder des Orients einen tiefen Eindruck. „Der Herr wandelt auf des Meeres Höhen, auf dem Rücken der vom Sturm aufgethürmten Wellen. — Die Morgenröthe erfaßt der Erde Saumen und gestaltet mannigfach die Wolkenhülle, wie des Menschen Hand den bildsamen Thon.“ — Es werden die Sitten der Thiere geschildert, des Waldesels und der Rosse, des Büffels, des Nilpferds und der Crocodile, des Adlers und des Straußen. — Wir sehen „den reinen Aether in der Schwüle des Südwindes wie einen gegossenen Spiegel über die düsternde Wüste hingedehnt*).“ Wo die Natur kärglich ihre Gaben spendet, schärft sie den Sinn des Menschen, daß er auf jeden Wechsel im bewegten Luftkreise wie in den Wolkenschichten lauscht, daß er in der Einsamkeit der starren Wüste wie in der des wellenschlagenden Oceans jeden Wechsel der Erscheinungen bis zu seinen Vorboten nachspürt. Das Klima ist besonders in dem dürren und felsigen Theile von Palästina geeignet solche Beobachtungen anzuregen. Auch an Mannigfaltigkeit der Form fehlt es der dichterischen Literatur der Hebräer nicht. Während von Josua bis Samuel die Poesie eine kriegerische Begeisterung athmet, bietet das kleine Buch der ährenlesenden Ruth ein Naturgemälde dar von der naivesten Einfachheit und von unaussprechlichem Reize. Goethe†) in der Epoche seines Enthusiasmus für das Morgenland nennt es „das lieblichste, das uns episch und idyllisch überliefert worden ist.“

Selbst in den neueren Zeiten, in den ersten Denkmalen der Literatur der Araber, bemerkt man einen schwachen Abglanz der großartigen Naturanschauung, welche dem semitischen Stamme so früh eigenthümlich war. Ich erinnere an die malerische Schilderung des beduinischen Wüstenlebens, die der Grammatiker Asmai an den großen Namen Antars geknüpft und mit anderen vormohammedanischen Sagen ritterlicher Thaten zu einem großen Werke verschmolzen hat. Die Hauptperson dieser romantischen Novelle ist derselbe Antar aus dem Stamme Abs, Sohn des fürstlichen Häuptlings Scheddad und einer schwarzen Sklavin, dessen Verse unter den in der Kaaba aufgehangenen Preisgedichten (moallakât) bewahrt werden. Der gelehrte englische Uebersetzer Terrick Hamilton hat selbst schon auf die biblischen Anklänge des Styls im Antar aufmerksam gemacht‡). Den Sohn der Wüste läßt Asmai nach Constantinopel reisen, wodurch ein malerischer Gegensatz von griechischer Cultur und nomadischer Rohheit herbeigeführt wird. Daß in der frühesten arabischen Dichtung die Naturschilderung des Bodens nur einen sehr geringen Raum einnimmt, darf nach der Bemerkung eines berühmten Kenners dieses Zweiges der Literatur, meines Freundes Freytag zu Bonn, um so weniger Wunder nehmen, als die Hauptgegenstände der Dichtung Erzählungen von Waffenthaten, Lob der Gastfreundschaft und der Liebestreue sind, als fast kein einziger der Sänger aus dem glücklichen Arabien stammte. Eine traurige Einförmigkeit von Grasfluren und staubbedeckte Einöden konnten nur in eigenthümlichen selteneren Stimmungen das Naturgefühl beleben.

Wo dem Boden der Schmuck der Wälder fehlt, beschäftigen, wie wir bereits früher be-

*) Die Stellen aus dem Buche Hiob habe ich der Uebersetzung und Auslegung von Umbreit (1824) S. XXIX—XLII und 290—314 entlehnt. (Vergl. über das Ganze Gesenius Geschichte der hebr. Sprache und Schrift S. 33 und Jobi antiquissimi carminis hebr. natura atque virtutes ed. Ilgen p. 28.) Die längste und am meisten charakteristische Thierbeschreibung im Hiob (XL v. 25—XLI v. 26) ist die des Crocodils; und doch ist gerade in dieser (Umbreit S. XLI und 308) einer der Beweise enthalten, daß der Verfasser des Buche Hiob aus Palästina selbst gebürtig war. Da Nilpferde und Crocodile ehemals im ganzen Nil-Delta gefunden wurden, so darf man sich nicht wundern, daß die Kenntniß von so seltsam gestalteten Thieren sich bis in das nahe Palästina verbreitet hatte.

†) Goethe im Commentar zum west-östlichen Divan S. 8.

‡) Antar, a bedouean Romance, transl. from the arabic by Terrick Hamilton Vol. I. p. XXVI; Hammer in den Wiener Jahrbüchern der Literatur Bd. VI. 1819 S. 229; Rosenmüller in den Charakteren der vornehmsten Dichter aller Nationen Bd. V. [1798] S. 251.

merkt, die Lufterscheinungen, Sturm, Gewitter und langersehnter Regen um so mehr die Einbildungskraft. Ich erinnere vorzugsweise hier, um naturwahre Bilder dieser Art den arabischen Dichtern zu entlehnen, an Antar's Moallakat, welches die vom Regen befruchtete, vom Schwarm summender Insecten besuchte Flur beschreibt *); an die herrlichen und dazu noch örtlichen Schilderungen des Gewitters von Amru'l Kais und im 7ten Buche der berühmten Hamasa†); endlich an das Anschwellen des Euphrat, wenn der Strom Schilfmassen und Baumstämme in seinen Fluthen fortrollt, im Nabegha Dhobyani‡). Das achte Buch der Hamasa, welches „Reise und Schläfrigkeit" überschrieben ist, mußte natürlich meine besondere Aufmerksamkeit auf sich lenken. Ich wurde bald belehrt, daß die Schläfrigkeit||) sich nur auf das erste Fragment des Buches bezieht und auch in diesem um so verzeihlicher ist, als sie einer Nachtreise auf dem Kameel zugeschrieben wird.

Ich habe in diesem Abschnitt fragmentarisch zu entwickeln gesucht, wie die Außenwelt, d. h. der Anblick der belebten und unbelebten Natur, zu verschiedenen Zeitepochen und bei verschiedenen Volksstämmen ungleichartig auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat. Aus der Geschichte der Literatur wurde das ausgehoben, was die lebendige Aeußerung des Naturgefühls charakterisirt. Es kam dabei, wie in meinem ganzen Werke vom Kosmos, nicht auf Vollständigkeit, sondern nur auf Allgemeinheit der Ansicht, auf die Auswahl solcher Beispiele an, in denen sich die Eigenthümlichkeiten der Zeiten und der Menschenracen offenbaren. Ich habe die Griechen und Römer geschildert bis zu dem allmäligen Absterben der Gefühle, die dem classischen Alterthume in den Abendlanden einen unverlöschbaren Glanz gegeben; ich habe in den Schriften der christlichen Kirchenväter dem schönen Ausdruck des Naturgefühls nachgespürt, den in stiller Rührung das Einsiedlerleben erzeugte. Bei Betrachtung der indogermanischen Völker (ich nehme die Benennung hier in dem engeren Sinne des Worts) sind wir übergegangen von den Dichtungen der Deutschen im Mittelalter zu denen der hochgebildeten alten Ost-Arier (Inder) und der minder begabten West-Arier, der Bewohner des alten Iran. Nach einem flüchtigen Blicke auf die celtischen (galischen) Gesänge und ein neuentdecktes finnisches Epos, habe ich das reiche Naturleben geschildert, das in einem Zweige des semitischen (aramäischen) Stammes, in den erhabenen Gedichten der Hebräer und in denen der Araber athmet. So haben wir die Erscheinungswelt abgespiegelt gesehen in der Phantasie der Völker im Norden und Südosten von Europa, in Vorderasien, in den persischen Hochebenen und dem indischen Tropenlande. Um die Natur in ihrer ganzen Größe zu umfassen, glaubte ich sie nach zweierlei Ansichten, einmal objectiv, als thatsächliche Erscheinung, und dann in den Gefühlen der Menschheit reflectirt, darstellen zu müssen.

Nach dem Hinschwinden aramäischer, griechischer und römischer Herrlichkeit, ich könnte sagen nach dem Untergange der alten Welt, zeigt uns der große und begeisterte Schöpfer einer neuen, Dante Alighieri, von Zeit zu Zeit das tiefste Gefühl des irdischen Naturlebens. Er entzieht sich dann den Leidenschaften, wie dem Subjectiven seines weiten Ideenkreises, einer ahndungsschweren Mystik. Die Zeitepoche, in der er lebte, folgt unmittelbar der, in welcher diesseits der Alpen der schwäbische Minnegesang, den wir oben geschildert,

---

*) Antara cum schol. Sunsenii ed. Menil 1816 v. 15.

†) Amrulkeisi Moallakat ed. E. G. Hengstenberg 1823; Hamasa ed. Freytag P. I. 1828 lib. VII p. 785. Vergl. auch das poetische Werk: Amrilkais, der Dichter und König, übersetzt von Fr. Rückert 1843 S. 29 und 62, wo zweimal die südlichen Regenschauer überaus naturwahr geschildert sind. Der königliche Dichter besuchte mehrere Jahre vor der Geburt Mohammeds den Hof des Kaisers Justinian, um Hülfe gegen seine Feinde zu erbitten. S. le Diwan d'Amro'lkais accomp. d'une traduction par le Bon Mac Guckin de Slane 1837 p. III.

‡) Nabeghah Dhobyani in Silvestre de Sacy, Chrestom. arabe 1806 T. III. p. 47. Vergl. über die früheste arabische Literatur im allgemeinen Weil, die poet. Literatur der Araber vor Mohammed 1837 S. 15 und 90, wie auch Freytag's Darstellung der arabischen Verskunst 1830 S. 372—392. Eine herrliche und vollständige Uebertragung der arabischen Naturpoesie aus der Hamasa haben wir von unserem großen Dichter Friedrich Rückert bald zu erwarten.

||) Hamasae carmina ed. Freytag P. I 1828 p. 788. Es ist hier vollendet, heißt es ausdrücklich p. 796, „das Capitel der Reise und der Schläfrigkeit."

r von dem iranischen Hochlande durch Turan (im Zend Tûirja*) nordwärts
pa und Asien scheidende Uralkette übergehn, so gelangen wir zu dem Ursitze des
tammes; denn der Ural ist ein alt-finnisches, wie der Altai ein alt-
Land. Bei den finnischen Stämmen nun, die sich weit in Westen auf euro-
den in der Niederung angesiedelt, hat aus dem Munde der Karelier und der
on Olonez Elias Lönnrot eine große Zahl finnischer Lieder gesammelt, in denen
usdruck von Jacob Grimm†) „ein reges sinniges Naturgefühl waltet, wie es
ndischen Dichtungen angetroffen wird." Ein altes Epos von fast dreitausend
sich um den Kampf zwischen Finnen und Lappen und um die Schicksale eines
elden, der Vaino genannt wird. Es enthält das Epos eine anmuthvolle Be-
es finnischen Landlebens, besonders da, wo die Frau des Eisenschmiedts Ilma-
erden in die Wälder sendet und Gebete zum Schutze der Thiere spricht. Wenige
ie bieten in ihrer Geistesbildung und in der Richtung ihrer Gefühle, wie sie
tende Knechtschaft, oder kriegerische Wildheit, oder ausdauerndes Streben nach
reiheit bestimmt worden ist, mannigfaltigere und wundersamere Abstufungen
finnische Stamm in seinen sprachverwandten Unterabtheilungen. Wir erin-
ie, jetzt so friedlichen Landleute, bei denen das Epos aufgefunden worden, an
it Mongolen verwechselten weltstürmenden Hunnen, und an ein großes und
die Magyaren.

Betrachtung dessen, was in der Lebendigkeit des Naturgefühls und der Form
erungen von der Verschiedenheit der Racen, von dem eigenthümlichen Einflusse
ng des Bodens, von der Staatsverfassung und der religiösen Stimmung ab-
eint, bleibt uns übrig einen Blick auf die Völker Asiens zu werfen, welche mit
oder indogermanischen Stämmen, den Indern und Persern, am meisten con-
Die semitischen oder aramäischen Nationen zeigen uns in den ältesten und
n Denkmälern ihrer dichterischen Gemüthsart und schaffenden Phantasie Be-
iefen Naturgefühls. Der Ausdruck desselben offenbart sich großartig und bele-
tensagen, in Tempel- und Chorgesängen, in dem Glanz der lyrischen Poesie
, in der Seher- und Prophetenschule, deren hohe Begeisterung, der Vergangen-
fremdet, ahndungsvoll auf die Zukunft gerichtet ist.

iische Dichtungsweise bietet den Bewohnern des Abendlandes bei ihrer inneren,
röße noch den besonderen Reiz, daß sie mit den localen Glaubens-Erinnerungen
er von drei weitverbreiteten Religionen, der mosaischen, christlichen und mo-
chen, vielfach verwebt ist. Durch Missionen, welche der Handelsgeist und die
sucht schifffahrender Nationen begünstigen, sind geographische Namen und Na-
ngen des Morgenlandes, wie sie die Schriften des alten Bundes uns aufbe-
n die Wälder der Neuen Welt und in die Inseln der Südsee eingedrungen.

charakteristisches Kennzeichen der Naturpoesie der Hebräer, daß, als Reflex des
aus, sie stets das Ganze des Weltalls in seiner Einheit umfaßt, sowohl das
als die leuchtenden Himmelsräume. Sie weilt seltener bei dem Einzelnen der
, sondern erfreut sich der Anschauung großer Massen. Die Natur wird nicht
ls ein für sich Bestehendes, durch eigene Schönheit Verherrlichtes; dem hebräi-
r erscheint sie immer in Beziehung auf eine höher waltende geistige Macht.
ist ihm ein Geschaffenes Angeordnetes, der lebendige Ausdruck der
t Gottes in den Werken der Sinnenwelt. Deshalb ist die lyrische Dichtung
schon ihrem Inhalte nach großartig und von feierlichem Ernst, sie ist trübe

---

oder Turan sind Benennungen unent-
ng. Doch hat Burnouf (Yaçna T.
) scharfsinnig an die bei Strabo (lib. XI.
genannte baktrische Satrapie Turiua
oder Turiva erinnert. Du Theil und Groskurd (letz-
terer Th. II. S. 410) wollen aber Tapyria lesen.

†) Ueber ein finnisches Epos von Jacob Grimm
1845 S. 5.

und sehnsuchtsvoll, wenn sie die irdischen Zustände der Menschheit berührt. Bemerkenswerth ist auch noch, daß diese Poesie trotz ihrer Größe, selbst im Schwunge der höchsten, durch den Zauber der Musik hervorgerufenen Begeisterung fast nie maaßlos wie die indische Dichtung wird. Der reinen Anschauung des Göttlichen hingegeben, sinnbildlich in der Sprache, aber klar und einfach in dem Gedanken, gefällt sie sich in Gleichnissen, die fast rhythmisch, immer dieselben wiederkehren.

Als Naturbeschreibungen sind die Schriften des alten Bundes eine treue Abspiegelung der Beschaffenheit des Landes, in welchem das Volk sich bewegte, der Abwechslung von Oede, Fruchtbarkeit und libanotischer Waldbedeckung, die der Boden von Palästina darbietet. Sie schildern die Verhältnisse des Klima's in geregelter Zeitfolge, die Sitten der Hirtenvölker und deren angestammte Abneigung gegen den Feldbau. Die epischen oder historischen Darstellungen sind von naiver Einfachheit, fast noch schmuckloser als Herodot, naturwahr, wie, bei so geringer Umwandlung der Sitten und aller Verhältnisse des Nomadenlebens, die neueren Reisenden einstimmig es bezeugen. Geschmückter aber und ein reiches Naturleben entfaltend ist die Lyrik der Hebräer. Man möchte sagen, daß in dem einzigen 104ten Psalm das Bild des ganzen Kosmos dargelegt ist: „Der Herr, mit Licht umhüllet, hat den Himmel wie einen Teppich ausgespannt. Er hat den Erdball auf sich selbst gegründet, daß er in Ewigkeit nicht wanke. Die Gewässer quellen von den Bergen herab in die Thäler, zu den Orten, die ihnen beschieden: daß sie nie überschreiten die ihnen gesetzten Grenzen, aber tränken alles Wild des Feldes. Der Lüfte Vögel singen unter dem Laube hervor. Saftvoll stehen des Ewigen Bäume, Libanons Cedern, die der Herr selbst gepflanzt, daß sich das Federwild dort niste, und auf Tannen sein Gehäus der Habicht baue." Es wird beschrieben, „das Weltmeer, in dem es wimmelt von Leben ohne Zahl. Da wandeln die Schiffe, und es regt sich das Ungeheuer, das Du schufest darin zu scherzen." Es wird „die Saat der Felder, durch Menschenarbeit bestellt, der fröhliche Weinbau und die Pflege der Oelgärten" geschildert. Die Himmelskörper geben diesem Naturbilde seine Vollendung. „Der Herr schuf den Mond die Zeiten einzutheilen, die Sonne, die das Ziel kennt ihrer Bahn. Es wird Nacht, da schwärmt Gewild umher. Nach Raube brüllen junge Löwen und verlangen Speise von Gott. Erscheint die Sonne, so heben sie sich davon und lagern sich in ihre Höhlen: dann geht der Mensch zu seiner Arbeit, zu seinem Tagewerk bis Abend." Man erstaunt, in einer lyrischen Dichtung von so geringem Umfange, mit wenigen großen Zügen, das Universum, Himmel und Erde geschildert zu sehen. Dem bewegten Elementarleben, der Natur ist hier des Menschen stilles, mühevolles Treiben vom Aufgang der Sonne bis zum Schluß des Tagewerks am Abend entgegengestellt. Dieser Contrast, diese Allgemeinheit der Auffassung in der Wechselwirkung der Erscheinungen, dieser Rückblick auf die allgegenwärtige unsichtbare Macht, welche „die Erde verjüngern" oder in Staub zertrümmern kann, begründen das Feierliche einer minder lebenswarmen und gemüthlichen als erhaben poetischen Dichtung.

Aehnliche Ansichten des Kosmos kehren mehrmals*) wieder (Psalm 65, 7—14 und 74, 15—17), am vollendetsten vielleicht in dem 37sten Capitel des alten, wenn auch nicht vormosaischen Buches Hiob. Die meteorologischen Processe, welche in der Wolkendecke vorgehen, die Formbildung und Auflösung der Dünste bei verschiedener Windrichtung, ihr Farbenspiel, die Erzeugung des Hagels und des rollenden Donners werden mit individueller Anschaulichkeit beschrieben; auch viele Fragen vorgelegt, die unsre heutige Physik in wissenschaftlicheren Ausdrücken zu formuliren, aber nicht befriedigend zu lösen vermag. Das

*) Ich bin in den Psalmen der trefflichen Uebertragung von Moses Mendelssohn (s. dessen gesammelte Schriften Bd. VI. S. 220, 238 und 280) gefolgt. Edle Nachklänge der alt-hebräischen Poesie finden sich noch im eilften Jahrhundert in den Hymnen des spanischen Synagogen-Dichters Salomo ben Jehudah Gabirol, die eine dichterische Umschreibung des pseudo-aristotelischen Buches von der Welt darbieten. S. Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 7, 217 und 229. Auch die dem Naturleben entnommenen Züge in Mose den Jakob [illegible] Esra sind voll Kraft und Größe (S. 69, 77 und [illegible]

Buch Hiob wird allgemein für die vollendetste Dichtung gehalten, welche die hebräische Poesie hervorgebracht hat. Es ist so malerisch in der Darstellung einzelner Erscheinungen als kunstreich in der Anlage der ganzen didactischen Composition. In allen modernen Sprachen, in welchen das Buch Hiob übertragen worden ist, lassen seine Naturbilder des Orients einen tiefen Eindruck. „Der Herr wandelt auf des Meeres Höhen, auf dem Rücken der vom Sturm aufgethürmten Wellen. — Die Morgenröthe erfaßt der Erde Saumen und gestaltet mannigfach die Wolkenhülle, wie des Menschen Hand den bildsamen Thon." — Es werden die Sitten der Thiere geschildert, des Waldesels und der Rosse, des Büffels, des Nilpferds und der Crocodile, des Adlers und des Straußen. — Wir sehen „den reinen Aether in der Schwüle des Südwindes wie einen gegossenen Spiegel über die düsternde Wüste hingedehnt*)." Wo die Natur kärglich ihre Gaben spendet, schärft sie den Sinn des Menschen, daß er auf jeden Wechsel im bewegten Luftkreise wie in den Wolkenschichten lauscht, daß er in der Einsamkeit der starren Wüste wie in der des wellenschlagenden Oceans jeden Wechsel der Erscheinungen bis zu seinen Vorboten nachspürt. Das Klima ist besonders in dem dürren und felsigen Theile von Palästina geeignet solche Beobachtungen anzuregen. Auch an Mannigfaltigkeit der Form fehlt es der dichterischen Literatur der Hebräer nicht. Während von Josua bis Samuel die Poesie eine kriegerische Begeisterung athmet, bietet das kleine Buch der ährenlesenden Ruth ein Naturgemälde dar von der naivesten Einfachheit und von unaussprechlichem Reize. Goethe†) in der Epoche seines Enthusiasmus für das Morgenland nennt es „das lieblichste, das uns episch und idyllisch überliefert worden ist."

Selbst in den neueren Zeiten, in den ersten Denkmalen der Literatur der Araber, bemerkt man einen schwachen Abglanz der großartigen Naturanschauung, welche dem semitischen Stamme so früh eigenthümlich war. Ich erinnere an die malerische Schilderung des beduinischen Wüstenlebens, die der Grammatiker Asmai an den großen Namen Antars geknüpft und mit anderen vormohammedanischen Sagen ritterlicher Thaten zu einem großen Werke verschmolzen hat. Die Hauptperson dieser romantischen Novelle ist derselbe Antar aus dem Stamme Abs, Sohn des fürstlichen Häuptlings Scheddad und einer schwarzen Sklavin, dessen Verse unter den in der Kaaba aufgehangenen Preisgedichten (moallakât) bewahrt werden. Der gelehrte englische Uebersetzer Terrick Hamilton hat selbst schon auf die biblischen Anklänge des Styls im Antar aufmerksam gemacht‡). Den Sohn der Wüste läßt Asmai nach Constantinopel reisen, wodurch ein malerischer Gegensatz von griechischer Cultur und nomadischer Rohheit herbeigeführt wird. Daß in der frühesten arabischen Dichtung die Naturschilderung des Bodens nur einen sehr geringen Raum einnimmt, darf nach der Bemerkung eines berühmten Kenners dieses Zweiges der Literatur, meines Freundes Freytag zu Bonn, um so weniger Wunder nehmen, als die Hauptgegenstände der Dichtung Erzählungen von Waffenthaten, Lob der Gastfreundschaft und der Liebestreue sind, als fast kein einziger der Sänger aus dem glücklichen Arabien stammte. Eine traurige Einförmigkeit von Grasfluren und staubbedeckte Einöden konnten nur in eigenthümlichen seltneren Stimmungen das Naturgefühl beleben.

Wo dem Boden der Schmuck der Wälder fehlt, beschäftigen, wie wir bereits früher be-

*) Die Stellen aus dem Buche Hiob habe ich der Uebersetzung und Auslegung von Umbreit (1824) S. XXIX—XLII und 290—314 entlehnt. (Vergl. über den Gang Gesenius Geschichte der hebr. Sprache und Schrift S. 33 und Jobi antiquissimi carminis hebr. natura atque virtutes ed. Ilgen p. 28.) Die lebhafte und am meisten charakteristische Thierbeschreibung im Hiob (XL v. 25—XLI v. 26) ist die des Crocodils; und doch ist gerade in dieser (Umbreit S. XLI und 306) einer der Beweise enthalten, daß der Verfasser des Buchs Hiob aus Palästina selbst gebürtig war. Da Nilpferde und Crocodile ehemals im ganzen Nil-Delta gefunden wurden, so darf man sich nicht wundern, daß die Kenntniß von so seltsam gestalteten Thieren sich bis in das nahe Palästina verbreitet hatte.

†) Goethe im Commentar zum west-östlichen Divan S. 8.

‡) Antar, a bedouneen Romance, transl. from the arabic by Terrick Hamilton Vol. I. p. XXVI; Hammer in den Wiener Jahrbüchern der Literatur Bd. VI. 1819 S. 229; Rosenmüller in den Charakteren der vornehmsten Dichter aller Nationen Bd. V. (1798) S. 251.

merkt, die Lufterſcheinungen, Sturm, Gewitter und langerſehnter Regen um ſo mehr die Einbildungskraft. Ich erinnere vorzugsweiſe hier, um naturwahre Bilder dieſer Art den arabiſchen Dichtern zu entlehnen, an Antar's Moallakat, welches die vom Regen befruchtete, vom Schwarm ſummender Inſecten beſuchte Flur beſchreibt *); an die herrlichen und dazu noch örtlichen Schilderungen des Gewitters von Amru'l Kais und im 7ten Buche der berühmten Hamaſa †); endlich an das Anſchwellen des Euphrat, wenn der Strom Schilfmaſſen und Baumſtämme in ſeinen Fluthen fortrollt, im Nabegha Dhobyani ‡). Das achte Buch der Hamaſa, welches „Reiſe und Schläfrigkeit" überſchrieben iſt, mußte natürlich meine beſondere Aufmerkſamkeit auf ſich lenken. Ich wurde bald belehrt, daß die Schläfrigkeit ‖) ſich nur auf das erſte Fragment des Buches bezieht und auch in dieſem um ſo verzeihlicher iſt, als ſie einer Nachtreiſe auf dem Kameel zugeſchrieben wird.

Ich habe in dieſem Abſchnitt fragmentariſch zu entwickeln geſucht, wie die Außenwelt, d. h. der Anblick der belebten und unbelebten Natur, zu verſchiedenen Zeitepochen und bei verſchiedenen Volksſtämmen ungleichartig auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat. Aus der Geſchichte der Literatur wurde das ausgehoben, was die lebendige Aeußerung des Naturgefühls charakteriſirt. Es kam dabei, wie in meinem ganzen Werk vom Kosmos, nicht auf Vollſtändigkeit, ſondern nur auf Allgemeinheit der Anſicht, auf die Auswahl ſolcher Beiſpiele an, in denen ſich die Eigenthümlichkeiten der Zeiten und der Menſchenracen offenbaren. Ich habe die Griechen und Römer geſchildert bis zu dem allmäligen Abſterben der Gefühle, die dem claſſiſchen Alterthume in den Abendlanden einen unverlöſchbaren Glanz gegeben; ich habe in den Schriften der chriſtlichen Kirchenväter den ſchönen Ausdruck des Naturgefühls nachgeſpürt, den in ſtiller Rührung das Einſiedlerleben erzeugte. Bei Betrachtung der indogermaniſchen Völker (ich nehme die Benennung hier in dem engeren Sinne des Worts) ſind wir übergegangen von den Dichtungen der Deutſchen im Mittelalter zu denen der hochgebildeten alten Oſt-Arier (Inder) und der minder begabten Weſt-Arier, der Bewohner des alten Iran. Nach einem flüchtigen Blicke auf die celtiſchen (galiſchen) Geſänge und ein neuentdecktes finniſches Epos, habe ich das reiche Naturleben geſchildert, das in einem Zweige des ſemitiſchen (aramäiſchen) Stammes, in den erhabenen Gedichten der Hebräer und in denen der Araber athmet. So haben wir die Erſcheinungswelt abgeſpiegelt geſehen in der Phantaſie der Völker im Norden und Südoſten von Europa, in Vorderaſien, in den perſiſchen Hochebenen und dem indiſchen Tropenlande. Um die Natur in ihrer ganzen Größe zu umfaſſen, glaubte ich ſie nach zweierlei Anſichten, einmal objectiv, als thatſächliche Erſcheinung, und dann in den Gefühlen der Menſchheit reflectirt, darſtellen zu müſſen.

Nach dem Hinſchwinden aramäiſcher, griechiſcher und römiſcher Herrlichkeit, ich könnte ſagen nach dem Untergange der alten Welt, zeigt uns der große und begeiſterte Schöpfer einer neuen, Dante Alighieri, von Zeit zu Zeit das tiefſte Gefühl des irdiſchen Naturlebens. Er entzieht ſich dann den Leidenſchaften, wie dem Subjectiven ſeines weiten Ideenkreiſes, einer ahndungsſchweren Myſtik. Die Zeitepoche, in der er lebte, folgt unmittelbar der, in welcher dieſſeits der Alpen der ſchwäbiſche Minnegeſang, den wir oben geſchildert,

---

*) Antara cum schol. Sunsenii ed. Menil 1816 v. 15.

†) Amrulkeisi Moallakat ed. E. G. Hengstenberg 1823; Hamasa ed. Freytag P. I. 1828 lib. VII p. 785. Vergl. auch das poetiſche Werk: Amrilkais, der Dichter und König, überſetzt von Fr. Rückert 1843 S. 29 und 62, wo zweimal die ſüdlichen Regenſchauer überaus naturwahr geſchildert ſind. Der königliche Dichter beſuchte mehrere Jahre vor der Geburt Mohammeds den Hof des Kaiſers Juſtinian, um Hülfe gegen ſeine Feinde zu erbitten. S. le Diwan d'Amro'lkais accomp. d'une traduction par le Bon Mac Guckin de Slane 1837 p. III.

‡) Nabeghah Dhobyani in Silvestre de Sacy, Chrestom. arabe 1806 T. III. p. 47. Vergl. über die früheſte arabiſche Literatur im allgemeinen Weil, die poet. Literatur der Araber vor Mohammed 1837 S. 15 und 90, wie auch Freytag's Darſtellung der arabiſchen Verskunſt 1830 S. 372—392. Eine herrliche und vollſtändige Uebertragung der arabiſchen Naturpoeſie aus der Hamaſa haben wir von unſerem großen Dichter Friedrich Rückert bald zu erwarten.

‖) Hamasae carmina ed. Freytag P. I 1828 p. 788. Es iſt hier vollendet, heißt es ausdrücklich p. 796, „das Capitel der Reiſe und der Schläfrigkeit."

erhallen anfing. Unnachahmlich malt Dante am Ende des erſten Geſanges des Pur-
rio *) den Morgenduft und das zitternde Licht des ſanft bewegten fernen Meeresſpie-
(il tremolar de la marina); im fünften Geſange den Wolkenbruch und das Anſchwel-
der Flüſſe, wobei nach der Schlacht von Campoldino der Leichnam des Buonconte da
ntefeltro in den Arno verſank †). Der Eingang in den dichten Hain des irdiſchen
adieſes erinnert den Dichter an den Pinienwald bei Ravenna, „la pineta in sul lito
Chiassi" ‡), wo in den Wipfeln der Frühgeſang der Vögel erſchallt. Mit der örtlichen
hrheit dieſes Naturbildes contraſtirt im himmliſchen Paradieſe der Lichtſtrom, aus
chem Funken ‖) ſprühen, „die ſich in die Blumen des Ufers ſenken, aber wie von Düften
auſcht zurücktauchen in den Strom, während andere ſich erheben." Man möchte glau-
, einer ſolchen Fiction liege die Erinnerung an den eigenthümlichen und ſeltneren Zu-
d der Phosphoreſcenz des Oceans zum Grunde, wo leuchtende Punkte beim Zuſammen-
agen der Wellen ſich über der Oberfläche zu erheben ſcheinen und die ganze flüſſige
ene ein bewegtes Sternenmeer bildet. Die außerordentliche Conciſion des Styls ver-
hrt in der Divina Commedia den Ernſt und die Tiefe des Eindrucks.

Um noch auf italiäniſchem Boden zu verweilen, aber dem froſtigen Schäferromane fremd
bleiben, nenne ich hier, nach dem Dante: Petrarca's Trauerſonett, den Eindruck ſchil-
rnd, welchen das anmuthige Thal von Vaucluſe ihm ohne Laura, ſeit ihrem Hinſterben,
macht; die kleineren Dichtungen des Bojardo, des Freundes des Hercules von Eſte; und
e ſpäteren Stanzen der Vittoria Colonna ¶).

Als nun die claſſiſche Literatur allgemeiner wieder aufblühte durch den plötzlichen Ver-
hr mit dem politiſch tief geſunkenen Griechenlande, finden wir unter den Proſaikern das
rſte Beiſpiel reizender Naturbeſchreibungen, bei dem kunſtliebenden Cardinal Bembo,
Raphaels Rathgeber und Freunde. Seine kleine Jugendſchrift Aetna dialogus giebt uns
in lebendiges Bild der geographiſchen Vertheilung der Gewächſe an dem Abhange des
Gebirges, von Siciliens kornreichen Fluren bis zu dem ſchneebedeckten Rande des Kraters.
Das vollendete Werk des reiferen Alters, die Historiae Venetae, charakteriſirt auf eine
noch mehr maleriſche Weiſe das Klima und die Vegetationen des Neuen Continents.

Alles war damals dazu geeignet den Geiſt gleichzeitig mit den großen Bildern des plötz-
lich erweiterten Weltraums und der Erhöhung menſchlicher Kräfte zu erfüllen. Wie, in
dem Alterthume, der macedoniſche Zug nach dem Paropamiſus und den waldreichen Fluß-

---

*) Dante, Purgatorio canto I v. 115:
L'alba vinceva l'ora mattutina,
Che fuggia innanzi, sì che di lontano
Conobbi il tremolar della marina ....

†) Purg. canto V v. 109—127:
Ben sai come nell' aer si raccoglie
Quell' umido vapor, che in acqua riede,
Tosto che sale, dove'l freddo il coglie ....

‡) Purg. canto XXVIII v. 1—24.

‖) Parad. canto XXX v. 61—69:
E vidi lume in forma di riviera
Fulvido di fulgore intra duo rive,
Dipinte di mirabil primavera.
Di tal fiumana uscian faville vive,
E d'ogni parte si mettean ne' fiori,
Quasi rubin, che oro circonscrive,
Poi, come inebriate dagli odori,
Riprofondavan se nel miro gurge,
E s'una entrava, un' altra n'uscia fuori.

Vergl. die Uebertragung des als Dichter und Maler vielgerühmten Anaust Kopiſch 1842 S. 399—401. Ich habe nichts aus den Canzonen der Vita nuova entlehnt, weil die Gleichniſſe und Bilder, die ſie enthalten, nicht in den reinen Naturkreis irdiſcher Erſcheinungen gehören.

¶) Ich erinnere an das Sonett des Bojardo: Ombrosa selva, che il mio duolo ascolti .... und an die herrlichen Stanzen der Vittoria Colonna, welche anheben:
Quando miro la terra ornata e bella,
Di mille vaghi ed odorati fiori ...
Eine ſchöne und ſehr individuelle Naturbeſchreibung des Landſitzes des Fracaſtoro am Hügel von Incaſſi (Mons Caphius) bei Verona giebt dieſer als Arzt, Mathematiker und Dichter ausgezeichnete Mann in ſeinem „Naugerius de poetica dialogus". (Hieron. Fracastorii Opp. 1591 P. I. p. 321—326.) Vergl. auch in einem ſeiner Lehrgedichte lib. II v. 208—219 (Opp. p. 636) die anmuthige Stelle über die Cultur des Citrus in Italien. Mit Verwunderung vermiſſe ich dagegen allen Ausdruck von Naturgefühl in den Briefen des Petrarca: ſei es, daß er 1345, alſo drei Jahre vor dem Tode der Laura, von Vaucluſe aus den Mont Ventoux zu beſteigen verſucht und ſehnſuchtsvoll hofft, in ſein Vaterland hinüberzublicken, oder daß er die Rheinufer bis Cöln, oder den Golf von Bajä beſucht. Er lebte mehr in den claſſiſchen Erinnerungen an Cicero und die römiſchen Dichter oder in den begeiſternden Anregungen ſeiner aſcetiſchen Schwermuth, als in der ihn umgebenden Natur (ſ. Petrarchae Epist. de Rebus familiaribus lib. IV, 1; V, 3 und 4: pag. 119, 156 und 161 ed. Lugdun. 1601). Nur die Beſchreibung eines großen Sturmes, den Petrarca in Neapel 1343 beobachtete (lib. V, 5 p. 165), iſt überaus maleriſch.

thälern von Vorderindien, durch den Anblick einer reich geschmückten exotischen Natur, Eindrücke zurückließ, deren Lebendigkeit sich nach Jahrhunderten noch, in den Werken hochbegabter Schriftsteller, offenbart; so wirkte zum zweiten Male, und selbst in einem höheren Maaßstabe als die Kreuzzüge, auf die westlichen Völker die Entdeckung von Amerika. Die Tropenwelt mit der ganzen Ueppigkeit ihrer Vegetation in der Ebene, mit allen Abstufungen des Organismus am Abhange der Cordilleren, mit allen Anklängen nördlicher Klimate in den bewohnten Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Quito wurde nun zuerst den Europäern eröffnet. Die Phantasie, ohne deren Anregung kein wahrhaft großes Werk der Menschheit gedeihen kann, gab den Naturschilderungen von Columbus und Vespucci einen eigenthümlichen Reiz. Den letzteren charakterisirt in der Beschreibung der brasilischen Küste eine genaue Bekanntschaft mit den Dichtern alter und neuer Zeit; jenen in der Beschreibung des milden Himmels von Paria und der (wie er wähnt) dem östlichen Paradiese entströmenden Wassermenge des Orinoco eine ernste religiöse Stimmung. Bei zunehmendem Alter, beim Ankämpfen gegen ungerechte Verfolgung ging diese Stimmung in Trübsinn und schwärmerische Begeisterung über.

In den heroischen Zeiten der portugiesischen und castilianischen Volksstämme führte nicht Golddurst allein (wie man aus Unkunde des damaligen Volkslebens behauptet), sondern allgemeine Aufregung zu den Wagnissen ferner Reisen. Die Namen Haiti, Cubagua und Darien wirkten, im Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, auf die Einbildungskraft der Menschen wie in den neueren Zeiten die, seit Anson und Cook gefeierten Namen von Tinian und Otaheiti. Wenn damals die Kunde weit entlegener Länder die Jugend aus der spanischen Halbinsel, aus Flandern, Mailand und Süddeutschland unter die fezreichen Fahnen des großen Kaisers auf den Rücken der Andeskette oder in die heißen Fluren von Uraba und Coro lockte, so gewann unter dem milden Einflusse späterer Gesittung, bei gleichmäßigerer Eröffnung aller Theile des Erdraums, jenes unruhige Sehnen nach der Ferne andere Motive und eine andere Richtung. Leidenschaftliche Liebe zum Naturstudium, welche hauptsächlich vom Norden ausging, entflammte die Gemüther. Intellectuelle Größe der Ansichten wurde der materiellen Erweiterung des Wissens beigesellt, und die dichterisch sentimentale Stimmung des Zeitalters individualisirte sich, seit dem Ende des verflossenen Jahrhunderts, in literarischen Werken, deren Formen der Vorzeit unbekannt waren.

Werfen wir noch einmal den Blick zurück in die Zeit der großen Entdeckungen, welche jene moderne Stimmung vorbereiteten, so müssen wir vor allem der Naturschilderungen gedenken, die wir von Columbus selbst besitzen. Erst seit kurzem kennen wir sein eigenes Schiffsjournal, seine Briefe an den Schatzmeister Sanchez, an die Amme des Infanten Don Juan, Frau Juana de la Torre, und an die Königin Isabella. Ich habe schon an einem anderen Orte, in den kritischen Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des 15ten und 16ten Jahrhunderts*), zu zeigen gesucht, mit welchem tiefen Naturgefühl der große Entdecker begabt war, wie er das Erdenleben und den neuen Himmel, die sich seinem Blicke offenbarten (viage nuevo al nuevo cielo i mundo que fasta entonces estaba en occulto), mit einer Schönheit und Einfachheit des Ausdrucks beschrieb, die nur diejenigen ganz zu schätzen vermögen, welche mit der alten Kraft der Sprache jener Zeit vertraut sind.

Die physiognomische Gestaltung der Pflanzen, das undurchdringliche Dickicht der Wälder, „in denen man kaum unterscheiden kann, welche Blüthen und Blätter jedem Stamme zugehören," die wilde Ueppigkeit des krautbedeckten Bodens der feuchten Ufer, die rosenfarbigen Flamingos, welche fischend schon am frühen Morgen die Mündung der Flüsse beleben, beschäftigen den alten Seemann, als er längs den Küsten von Cuba, zwischen den klein

*) Humboldt, Examen critique de l'Histoire de la Géographie du Nouveau Continent T. III p. 227–

lucayischen Inseln und den, auch von mir besuchten Jardinillos hinfuhr. Jedes neu entdeckte Land scheint ihm noch schöner als das früher beschriebene; er beklagt, nicht Worte zu finden, um die süßen Eindrücke wiederzugeben, die er empfangen. Mit der Kräuterkunde völlig unbekannt, wenn gleich durch Einfluß arabischer und jüdischer Aerzte sich damals schon einige oberflächliche Kenntniß der Gewächse in Spanien verbreitet hatte, treibt das einfache Naturgefühl den Entdecker an, alles fremdartige einzeln aufzufassen. Er unterscheidet in Cuba schon sieben oder acht verschiedene Palmenarten, die schöner und höher als die Dattelpalme sind (variedades de palmas superiores a las nuestras en su belleza y altura), er meldet seinem geistreichen Freunde Anghiera, daß er in derselben Ebene Tannen und Palmen zusammengruppirt, palmeta und pineta wundervoll gemengt gesehen; er betrachtet die Vegetation mit solchem Scharfblick, daß er zuerst bemerkt, es gebe im Cibao auf den Bergen Pinien, deren Früchte nicht Tannenzapfen sind, sondern Beeren wie die Oliven des Axarafe de Sevilla. Columbus hat also schon, wie ich bereits oben*) erinnert, das Geschlecht Podocarpus von der Familie der Abietineen getrennt.

„Die Anmuth dieses neuen Landes," sagt der Entdecker, „steht hoch über der der campiña de Cordoba. Alle Bäume glänzen von immer grünem Laube und sind ewig mit Früchten beladen. Auf dem Boden stehen die Kräuter hoch und blühend. Die Lüfte sind lau wie im April in Castilien; es singt die Nachtigall süßer, als man es beschreiben kann. Bei Nacht singen wieder süß andere, kleinere Vögel; auch höre ich unseren Grashüpfer und die Frösche. Einmal kam ich in eine tiefe eingeschlossene Hafenbucht und sah, was kein Auge gesehen: hohes Gebirge, von dem lieblich die Wasser (lindas aguas) herabströmen. Das Gebirge war bedeckt mit Tannen und anderen vielfach gestalteten, mit schönen Blüthen geschmückten Bäumen. Den Strom hinaufsteuernd, der in die Bucht mündete, war ich erstaunt über die kühlen Schatten, die krystallklaren Wasser und die Zahl der Singvögel. Es war mir als möchte ich so einen Ort nie verlassen, als könnten tausend Zungen dies alles nicht wiedergeben, als weigere sich die verzauberte Hand es niederzuschreiben (para hacer relacions a los Reyes de las cosas que vian no bastáran mil lenguas a referillo, ni la mano para lo escribir, que le parecia questaba encantado)." †)

Wir lernen hier aus dem Tagebuche eines literarisch ganz ungebildeten Seemannes, welche Macht die Schönheit der Natur in ihrer individuellen Gestaltung auf ein empfängliches Gemüth auszuüben vermag. Gefühle veredeln die Sprache: denn die Prosa des Admirals ist, besonders da wo er, bereits 67 Jahre alt, auf der vierten Reise seinen großartigen Wundertraum ‡) an der Küste von Veragua erzählt, wenn auch nicht beredter, doch anregender als der allegorische Schäferroman des Boccaccio und die zwei Arcadien von Sannazaro und Sidney, als Garcilasso's Salicio y Nemoroso oder die Diana des Jorge de Montemayor. Das elegisch idyllische Element war leider! nur zu lange vorherrschend in der italiänischen und in der spanischen Literatur. Es bedurfte des lebensfrischen Bildes, in dem Cervantes die Abenteuer des Ritters aus der Mancha darstellte, um die Galatea desselben Schriftstellers zu verdunkeln. Der Hirtenroman, so sehr ihn auch bei den eben genannten großen Dichtern Schönheit der Sprache und Zartheit der Empfindungen verredelten, bleibt seiner Natur nach, wie die allegorischen Verstandeskünsteleien des Mittelalters, frostig und ermüdend. Individualität des Beobachteten führt allein zur Naturwahrheit in der Darstellung; auch hat man in den herrlichsten beschreibenden Stanzen ||) des befreiten Jerusalem Eindrücke von der malerischen Umgebung des Dichters, Erinnerungen an die anmuthige Landschaft von Sorrent zu erkennen geglaubt.

*) S. oben Kosmos Buch I. S. 148.

†) Tagebuch des Columbus auf der ersten Reise (29. Oct. 1492, 25—29. Nov., 7—16. Dec., 21. Dec.), auch sein Brief an Donna Maria de Guzman, ama del Principe D. Juan, Dec. 1500; in Navarrete, Coleccion de los Viages que hicièron por mar los Españoles T. I. p. 43, 65—72, 82, 92, 100 und 266.

‡) A. a. O. p. 303—304 (Carta del Almirante a los Reyes escrita en Jamaica a 7 de Julio 1503); Humboldt, Examen crit. T. III. p. 231—236.

||) Tasso canto XVI Stanze 9—16.

Jene individuelle Naturwahrheit, die aus eigner Anſchauung entſpringt, glänzt im reichſten Maaße in dem großen National-Epos der portugieſiſchen Literatur. Es weht wie ein indiſcher Blüthenduft durch das ganze unter dem Tropen-Himmel (in der Felsgrotte bei Macao und in den Molukken) geſchriebene Gedicht. Mir geziemt es nicht einen kühnen Ausſpruch Friedrich Schlegel's zu bekräftigen, nach welchem die Luſiaden des Camoens „an Farbe und Fülle der Phantaſie den Arioſt bei weitem übertreffen*);“ aber als Naturbeobachter darf ich wohl hinzufügen, daß in den beſchreibenden Theilen der Luſiaden nie die Begeiſtrung des Dichters, der Schmuck der Rede und die ſüßen Laute der Schwermuth der Genauigkeit in der Darſtellung phyſiſcher Erſcheinungen hinderlich werden. Sie haben vielmehr, wie dies immer der Fall iſt, wenn die Kunſt aus ungetrübter Quelle ſchöpft, den belebenden Eindruck der Größe und Wahrheit der Naturbilder erhöht. Unnachahmlich ſind in Camoens die Schilderungen des ewigen Verkehrs zwiſchen Luft und Meer, zwiſchen der vielfach geſtalteten Wolkendecke, ihren meteorologiſchen Proceſſen und den verſchiedenen Zuſtänden der Oberfläche des Oceans. Er zeigt uns dieſe Oberfläche, bald wenn milde Winde ſie kräuſeln und die kurzen Wellen im Spiel des zurückgeworfenen Lichtſtrahls funkelnd leuchten, bald wenn Coelho's und Paul de Gama's Schiffe in einem furchtbaren Sturme gegen die tief aufgeregten Elemente ankämpfen†). Camoens iſt im eigentlichſten Sinne des Worts ein großer Seemaler. Als Kriegsmann hatte er gefochten an dem Fuße des Atlas im marokkaniſchen Gebiete, im rothen Meere und im perſiſchen Meerbuſen; zweimal hatte er das Cap umſchifft und, mit tiefem Naturgefühl begabt, 16 Jahre lang an dem indiſchen und chineſiſchen Geſtade alle Phänomene des Weltmeers belauſcht. Er beſchreibt das electriſche St. Elmsfeuer (Caſtor und Pollux der alten griechiſchen Seefahrer), „das lebende Licht‡) dem Seevolke heilig;“ er beſchreibt die gefahrdrohende Trombe in ihrer allmäligen Entwickelung: „wie der Dunſt, aus feinem Duft gewoben, ſich im Kreiſe dreht, ein dünnes Rohr herabläßt und die Fluth düſternd aufpumpt; wie er, wenn das ſchwarze Gewölk ſich ſatt geſogen, den Fuß des Trichters zurückzieht und, zum Himmel fliegend, auf der Flucht als ſüßes Waſſer den Wogen wiedergiebt, was die Trombe ihnen brauſend entzogen‖).“ Die Schriftgelehrten, ſagt der Dichter (und er ſagt es faſt auch zum Spott der jetzigen Zeit), die Schriftgelehrten mögen verſuchen „der Welt verborgene Wunderdinge zu erklären, da, vom Geiſt allein und von der Wiſſenſchaft geleitet, ſie ſo gern für falſch ausgeben, was man aus dem Munde des Schiffers hört, dem einziger Leiter die Erfahrung iſt.“

Das naturbeſchreibende Talent des begeiſterten Dichters weilt aber nicht bloß bei den einzelnen Erſcheinungen, es glänzt auch da, wo es große Maſſen auf einmal umfaßt. Der dritte Geſang ſchildert mit wenigen Zügen die Geſtaltung von Europa¶) vom kälteſten

*) S. Friedrich Schlegel's ſämmtl. Werke Bd. II. S. 96 und über den freilich ſtörenden Dualismus der Mythik, das Gemiſch der alten Fabel mit chriſtlichen Anſchauungen Bd. X. S. 54. Camoens hat in den nicht genug beachteten Stanzen 82—84 dieſen mythiſchen Dualismus zu rechtfertigen verſucht. Tethys geſteht auf eine faſt naive Weiſe, doch in dem herrlichſten Schwunge der Poeſie: „daß ſie ſelbſt, wie Saturn, Jupiter und aller Götter Schaar eitle Fabeleien ſind, die blinder Wahn den Sterblichen gebar; ſie dienen bloß, dem Liede Reiz zu geben. A Sancta Providencia que em Jupiter aqui se representa . . .“

†) Os Lusiadas de Camoes canto I est. 19. canto VI est. 71—82. S. auch das Gleichniß in der ſchönen Beſchreibung des Sturmes, welcher in einem Walde wüthet, canto I est. 35.

‡) Das Elmsfeuer: „o lume vivo, que a maritima gente tem por santo, em tempo de tormenta . . .“ canto V est. 18. Eine Flamme, Helena des griechiſchen Seevolks, bringt Unglück (Plin. II. 37); zwei Flammen, Caſtor und Pollux, mit Geräuſch erſcheinend, „als flatterten Vögel,“ ſind heilſame Zeichen (Stob. Eclog. phys. I p. 514; Seneca, Nat. Quaest. I, 1). Ueber den hohen Grad eigenthümlicher Anſchaulichkeit in den Naturbeſchreibungen des Camoens ſ. die große Pariſer Edition von 1818 in der Vida de Camoes von Dom Joze Maria de Souza p. CII.

‖) Die Waſſerhoſe (Wetterſäule) canto V est. 19—22 iſt zu vergleichen mit der ebenfalls ſehr dichteriſchen und naturwahren Beſchreibung des Lucretius VI, 423—442. Ueber das ſüße Waſſer, welches gegen Ende des Phänomens ſcheinbar aus dem oberen Theil der Waſſerhoſe herabſtürzt, ſ. Ogden, on Water Spouts (nach Beobachtungen auf einer im Jahr 1820 gemachten Reiſe von der Havana nach Norfolk), in Silliman, Amer. Journal of Sc. Vol. XXIX, 1836 p. 254—260.

¶) Canto III est. 7—21. Ich befolge immer den Text des Camoens der Editio princeps von 1572, welche die vortreffliche und ſplendide Ausgabe des Dom Joze Maria de Souza-Botelho (Paris 1818) und wiedergegeben hat. In den deutſchen Citaten bin ich meiſt der Uebertragung Donner's (1833) gefolgt.

Norden an bis „zum Lusitanienreiche und zu der Meerenge, wo Hercules sein letztes Werk gethan.“ Ueberall wird auf die Sitten und den Culturzustand der Völker angespielt, welche den vielgegliederten Welttheil bewohnen. Von den Preußen, Moscoviten und den Stämmen, „que o Rheno *frio* lava,“ eilt er zu den herrlichen Auen von Hellas, „que creastes os peites eloquentes, e os juicos de alta phantasia.“ Im zehnten Gesange erweitert sich der Blick. Tethys führt den Gama auf einen hohen Berg, um ihm die Geheimnisse des Weltbaues (machina do mundo) und der Planeten Lauf (nach Ptolemäischen Ansichten) zu enthüllen*). Es ist ein Traumgesicht im Styl des Dante; und da die Erde das Centrum des Bewegten bildet, so wird zuletzt bei Beschreibung des Erdglobus die ganze Kenntniß der damals erforschten Länder und ihrer Erzeugnisse dargelegt†). Es gilt hier nicht mehr Europa allein zu schildern, wie früher im dritten Gesange, alle Erdtheile werden durchmustert; selbst das Land des heiligen Kreuzes (Brasilien) und die Küsten werden genannt, die Magelhan entdeckte, „durch die That, aber nicht durch die Treue ein Sohn Lusitaniens.“

Wenn ich vorher den Camoens vorzugsweise als Seemaler rühmte, so war es um anzudeuten, daß das Erdeleben ihn minder lebhaft angezogen hat. Schon Sismondi bemerkt mit Recht, daß das ganze Gedicht keine Spur von etwas Anschaulichem über die tropische Vegetation und ihre physiognomische Gestaltung enthält. Nur die Arome und nützlichen Handelsproducte werden bezeichnet. Die Episode der Zauberinsel‡) bietet freilich das reizendste Gemälde einer Landschaft dar; aber die Pflanzendecke ist gebildet, wie eine Ilha de Venus es erfordert, von „Myrten, dem Citrusbaume, duftenden Limonen und Granaten,“ alle dem Klima des südlichen Europa angeeignet. Bei dem größten der damaligen Seefahrer, Christoph Columbus, finden wir mehr Freude an den Küstenwäldern, mehr Aufmerksamkeit auf die Formen des Gewächsreiches; aber Columbus schreibt ein Reisejournal und verzeichnet in diesem die lebendigen Eindrücke jedes Tages, während das Epos des Camoens die Großthaten der Portugiesen verherrlicht. Pflanzennamen den Sprachen der Eingebornen zu entlehnen und sie in die Beschreibung einer Landschaft einzuflechten, in der, wie vor einem Hintergrund, die Handelnden sich bewegen, konnte den an harmonische Klänge gewöhnten Dichter wenig reizen.

Neben der ritterlichen Gestalt des Camoens hat man oft die eben so romantische eines spanischen Kriegers aufgestellt, der unter dem großen Kaiser in Peru und Chili diente und unter jenen fernen Himmelsstrichen die Thaten besang, an denen er rühmlichst Theil genommen. In dem ganzen Epos der Araucana des Don Alonso de Ercilla hat die unmittelbare Anschauung, der Anblick mit ewigem Schnee bedeckter Vulkane, heißer Waldthäler und weit in das Land eindringender Meeresarme fast nichts hervorgebracht, was man darstellend nennen könnte. Das übermäßige Lob, das Cervantes, bei Gelegenheit der geistreich satirischen Bücherschau des Quirote, dem Ercilla gespendet, ist wohl nur durch leidenschaftliche Rivalität zwischen der spanischen und italiänischen Poesie hervorgerufen worden. Man möchte fast sagen, es habe Voltaire'n und viele neueren Kritiker irre ge-

---

Der Hauptzweck der Lusiaden des Camoens war die Verherrlichung seiner Nation. Es wäre ein Monument eines solchen dichterischen Ruhmes und einer solchen Nation würdig, wenn, nach dem edlen Beispiele der Säle von Schiller und Goethe im großherzoglichen Schlosse zu Weimar, in Lissabon selbst die zwölf grandiosen Compositionen meines hingeschiedenen geistreichen Freundes Gérard, welche Souza's Ausgabe schmücken, in recht verhältnißlichen Dimensionen als Fresken an wohl beleuchteten Wänden ausgeführt würden. Das Traumgesicht des Königs Dom Manoel, in welchem ihm die Flüsse Indus und Ganges erscheinen, der Gigant Adamastor über dem Vorgebirge der guten Hoffnung schwebend („En sou aquelle occulto e grande Cabo, A quem chamais vós outros Tormentorio“), der Mord der Ignes de Castro und die liebliche Ilha de Venus würden von der herrlichsten Wirkung sein.

*) Canto X est. 79—90. Camoens nennt wie Vespucci die dem Südpol nächste Himmelsgegend sternenarm, canto V est. 14; auch kennt er das Eis der südlichen Meere, canto V est. 27.

†) Canto X est. 91—141.

‡) Canto IX est. 51—63. (Vergl. Ludwig Kriegk, Schriften zur allgemeinen Erdkunde 1840 S. 338). Die ganze Insel Ilha de Venus ist eine allegorische Mythe, wie est. 89 ausdrücklich angedeutet wird. Nur der Anfang der Erzählung des Traumes von Dom Manoel schildert eine indische Berg- und Waldgegend, canto IV est. 70.

führt. Die Araucana ist allerdings ein Werk, welches ein edles Nationalgefühl durchdringt; die Schilderung der Sitten eines wilden Volksstammes, der im Kampf für die Freiheit des Vaterlandes erliegt, ist darin nicht ohne Leben: aber die Diction des Ercilla ist schleppend, mit Eigennamen überhäuft, ohne alle Spur dichterischer Begeisterung*).

Diese Begeisterung findet sich in mehreren Strophen des Romancero caballeresco†); in der religiösen Melancholie des Fray Louis de Leon, z. B. in seiner „heiteren Nacht," wenn er die ewigen Lichter (resplandores eternales) des gestirnten Himmels besingt‡); und in den großen Schöpfungen des Calderon. „Als sich die Comödie der Spanier bis zu einer hohen Vollendung ausgearbeitet hatte," sagt der tiefste Forscher aller dramatischen Literatur, mein edler Freund Ludwig Tieck, „finden wir oft beim Calderon und bei seinen Zeitgenossen, in romanzen- und canzonartigen Sylbenmaaßen, blendend schöne Schilderungen vom Meere, von Gebirgen, Gärten und waldigen Thälern: doch fast immer mit allegorischen Beziehungen, und mit einem künstlichen Glanz übergossen, der uns nicht sowohl die freie Luft der Natur, die Wahrheit des Gebirges, die Schatten der Thäler fühlen läßt, als daß in harmonischen, wohlklingenden Versen eine geistvolle Beschreibung gegeben wird, die mit kleinen Nüancen immer wiederkehrt." In dem Schauspiel das Leben ein Traum (la vida es sueño) läßt Calderon den Prinzen Sigismund das Unglück seiner Gefangenschaft in anmuthigen Gegensätzen mit der Freiheit der ganzen organischen Natur beklagen. Es werden geschildert die Sitten der Vögel, „die im weiten Himmelsraume sich in raschen Flügen regen," die Fische, „welche, kaum aus Laich und Schlamm entsprossen, schon das weite Meer suchen, dessen Unendlichkeit ihnen bei ihren kecken Zügen nicht zu genügen scheint. Selbst dem Bache, der im Ringelgange zwischen Blüthen hingleitet, gewährt die Flur einen freien Pfad." Und ich, ruft Sigismund verzweiflungsvoll aus, der mehr Leben hat, soll bei freierem Geiste mich in mindre Freiheit fügen! Auf ähnliche Weise, aber auch oft durch Antithesen, witzige Gleichnisse und Künsteleien aus Gongora's Schule verunstaltet, spricht im standhaften Prinzen Don Fernando zum Könige von Fez‖). Wir erinneren an diese einzelnen Beispiele, weil sie zeigen, wie in der dramatischen Dichtung, die es vornehmlich mit Begebenheiten, Leidenschaften und Charakteren zu thun hat,

*) Aus Vorliebe für die alte spanische Literatur und für den reizenden Himmelsstrich, in welchem die Araucana des Alonso de Ercilla y Zuñiga gedichtet wurde, habe ich gewissenhaft das leider 42000 Verse lange Epos zweimal ganz gelesen: einmal in Peru, das andere Mal neuerlichst in Paris, als ich zur Vergleichung mit dem Ercilla durch die Güte eines gelehrten Reisenden, Herrn Ternaux Compans, ein sehr seltenes, 1596 in Lima gedrucktes Buch, die neunzehn Gesänge des Arauco domado compuesto por el Licenciado Pedro de Oña, natural de los Infantes de Engol en Chile, erhielt. Von dem Epos des Ercilla, in dem Voltaire eine „Ilias," Siśmondi eine „Zeitung in Reimen" zu sehen glauben, sind die ersten funfzehn Gesänge zwischen 1555 und 1563 gedichtet und schon 1569 erschienen; die letzten wurden erst 1590 gedruckt, nur sechs Jahre vor dem elenden Gedichte von Pedro de Oña, das denselben Titel führt als eines der dramatischen Meisterwerke des Lope de Vega, in welchem aber der Cacique Caupolican wieder die Hauptrolle spielt. Ercilla ist naiv und treuherzig, besonders in den Theilen seiner Composition, die er im Felde, aus Mangel an Papier, auf Baumrinde und Thierfelle schrieb. Die Schilderung seiner Dürftigkeit und des Undanks, welchen auch er an König Philipps Hofe erfuhr, ist überaus rührend, besonders am Schluß des 37sten Gesangs:

„Climas passè, mudè constelaciones,
Golfos inavegables navegando,
Estendiendo, Señor, Vuestra Corona
Hasta la austral frigida zona . . ."

„Die Blüthenzeit meines Lebens ist dahin; ich werde, spät belehrt, dem Irdischen entsagen, weinen und nicht mehr singen." Die Naturbeschreibungen (der Garten des Zauberers, der Sturm, den Eyonamon erregt, die Schilderung des Meeres; P. I. p. 80, 135 und 173, P. II. p. 130 und 161 in der Ausgabe von 1733) entbehren alles Naturgefühls; die geographischen Wortregister (canto XXVII) sind so gehäuft, daß in einer Octave 27 Eigennamen unmittelbar auf einander folgen. Die Parte II. der Araucana ist nicht von Ercilla, sondern eine Fortsetzung in 20 cantos von Diego de Santistevan Osorio, den 37 cantos des Ercilla folgend und diesen angeheftet.

†) Im Romancero de Romances caballerescos é historicos ordenado por D. Agustin Duran P. I. p. 189 und P. II. p. 237 erinnere ich an die schönen Strophen: Yba declinando el dia — Su curso y ligeras horas . . . und an die Flucht des Königs Rodrigo, welche beginnt:

Guando las pintadas aves
Mudas estan y la tierra
Atenta escucha los rios . . . .

‡) Fray Luis de Leon, Obras proprias y traducciones dedicadas á Don Pedro Portocarrero 1631 p. 120: Noche serena. Ein tiefes Naturgefühl offenbart sich bisweilen auch in den alten mystischen Poesien der Spanier (Fray Luis de Granada, Santa Teresa de Jesus, Malon de Chaide); aber die Naturbilder sind meist nur die Hülle, in der ideale religiöse Anschauungen symbolisirt sind.

‖) Calderon im standhaften Prinzen über Annäherung der spanischen Flotte Act I Scene 1, und über das Königthum des Gewildes in den Wäldern Act III Scene 2.

noce, der Blitz krachend den Wald erleuchtete, wurden wir beide von der bewundernswürdigen Wahrheit durchdrungen, mit der in jener kleinen Schrift die mächtige Tropennatur in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit dargestellt ist. Ein solches Auffassen des Einzelnen, ohne dem Eindruck des Allgemeinen zu schaden, ohne dem zu behandelnden äußeren Stoffe die freie innere Belebung dichterischer Phantasie zu rauben, charakterisirt in einem noch höheren Grade den geistreichen und gefühlvollen Verfasser von Attala, René, der Märtyrer und der Reise nach Griechenland und Palästina. In seinen Schöpfungen sind alle Contraste der Landschaft in den verschiedenartigsten Erdstrichen mit wundervoller Anschaulichkeit zusammengedrängt. Die ernste Größe historischer Erinnerungen konnte allein den Eindrücken einer schnellen Reise Tiefe und Ruhe verleihen.

In unserm deutschen Vaterlande hat sich das Naturgefühl wie in der italiänischen und spanischen Literatur nur zu lange in der Kunstform des Idylls, des Schäferromans und des Lehrgedichts offenbart. Auf diesem Wege wandelten oft der persische Reisende Paul Flemming, Brockes, der gefühlvolle Ewald von Kleist, Hagedorn, Salomon Geßner und einer der größten Naturforscher aller Zeiten, Haller, dessen locale Schilderungen wenigstens bestimmtere Umrisse und eine mehr objective Wahrheit des Colorits darbieten. Das elegisch-idyllische Element beherrschte damals eine schwermüthige Landschaftspoesie, und die Dürftigkeit des Inhalts konnte, selbst in Voß, dem edeln und tiefen Kenner des classischen Alterthums, nicht durch eine höhere und glückliche Ausbildung der Sprache verhüllt werden. Erst als das Studium der Erdräume an Tiefe und Mannigfaltigkeit gewann, als die Naturwissenschaften sich nicht mehr auf tabellarische Aufzählungen seltsamer Erzeugnisse beschränkten, sondern sich zu den großartigen Ansichten einer vergleichenden Länderkunde erhoben, konnte jene Ausbildung der Sprache zu lebensfrischen Bildern ferner Zonen benutzt werden.

Die älteren Reisenden des Mittelalters, wie John Mandeville (1353), Hans Schiltberger aus München (1425) und Bernhard von Breytenbach (1486), erfreuen uns noch heute durch eine liebenswürdige Naivetät, durch ihre Freiheit der Rede, durch die Sicherheit, mit welcher sie vor einem Publikum auftreten, das ganz unvorbereitet, und darum um so neugieriger und leichtgläubiger anhört, weil es sich noch nicht schämen gelernt hat ergötzt oder gar erstaunt zu scheinen. Das Interesse der Reisen war damals fast ganz dramatisch, ja die nothwendige und dazu so leichte Einmischung des Wunderbaren gab ihnen beinahe eine epische Färbung. Die Sitten der Völker werden minder beschrieben als sie sich durch den Contact des Reisenden mit den Eingeborenen anschaulich machen. Die Vegetation bleibt namenlos und unbeachtet, wenn nicht hier und da einer sehr angenehmen oder seltsam gestalteten Frucht oder einer außerordentlichen Dimension von Stamm und Blättern gedacht wird. Unter den Thieren werden zunächst die menschenähnlichen, dann die reißenden, gefahrbringenden mit besondrer Vorliebe beschrieben. Die Zeitgenossen des Reisenden glaubten noch an alle Gefahren, die in solchen Klimaten Wenige unter ihnen getheilt; ja die Langsamkeit der Schiffsahrt und der Mangel an Verbindungsmitteln ließ die indischen Länder (so nannte man die ganze Tropen-Zone) wie in einer unabsehbaren Ferne erscheinen. Columbus *) hatte noch nicht das Recht gehabt der Königin Isabella zu schreiben: „die Erde ist nicht gar groß, viel kleiner denn das Volk es wähnt."

In Hinsicht auf Composition hatten demnach die vergessenen Reisen des Mittelalters, die wir hier schildern, bei aller Dürftigkeit des Materials viele Vorzüge vor unseren meisten neueren Reisen. Sie hatten die Einheit, welche jedes Kunstwerk erfordert: alles war an eine Handlung geknüpft, alles der Reisebegebenheit selbst untergeordnet. Das Interesse entstand aus der einfachen, lebendigen, meist für glaubwürdig gehaltenen Erzählung über-

*) Brief des Admirals aus Jamaica vom 7. Julius 1503: „El mundo es poco; digo que el mundo no es tan grande como dice el vulgo." Navarrete, Coleccion de Viages esp. T. I. p. 300.)

dankt, wird es erlaubt sein hier einige zerstreute Betrachtungen über einen jüngeren und im ganzen wenig bearbeiteten Theil der Literatur einzuschalten. Buffon, großartig und ernst, Planetenbau, Organisation, Licht und magnetische Kraft gleichzeitig umfassend, in physikalischen Untersuchungen weit gründlicher als es seine Zeitgenossen wähnten, ist, wenn er von den Sitten der Thiere zu der Beschreibung des Landschaftlichen übergeht, in kunstreichem Periodenbau, mehr rhetorisch pomphaft als individualisirend wahr, mehr zur Empfänglichkeit des Erhabenen stimmend als das Gemüth durch anschauliche Schilderung des wirklichen Naturlebens, gleichsam durch Anklang der Gegenwart, ergreifend. Man fühlt, selbst in den mit Recht bewunderten Versuchen dieser Art, daß er Mittel-Europa nie verließ, daß ihm die eigne Ansicht der Tropenwelt fehlt, die er zu beschreiben glaubt. Was wir aber besonders in den Werken dieses großen Schriftstellers vermissen, ist die harmonische Verknüpfung der Darstellung der Natur mit dem Ausdruck der angeregten Empfindung; es fehlt fast alles, was der geheimnißvollen Analogie zwischen den Gemüthsbewegungen und den Erscheinungen der Sinnenwelt entquillt.

Größere Tiefe der Gefühle und ein frischerer Lebensgeist athmen in Jean Jacques Rousseau, in Bernardin de St. Pierre und in Chateaubriand. Wenn ich hier der hinreißenden Beredsamkeit des ersten, der malerischen Scenen von Clarens und Meillerie am Leman-See erwähne, so ist es, weil in den Hauptwerken des, wenig gelehrten, aber eifrigen Pflanzensammlers (sie sind um zwanzig Jahre älter als Buffon's phantasiereiche Weltepochen*) die Begeisterung sich hauptsächlich in der innersten Eigenthümlichkeit der Sprache offenbart, ja in der Prosa eben so überströmend ausbricht als in Klopstock's, Schiller's, Goethe's und Byron's unsterblichen Dichtungen. Auch da, wo nichts beabsichtigt wird, was unmittelbar an das Studium der Natur geknüpft ist, kann doch unsere Liebe zu diesem Studium durch den Zauber einer poetischen Darstellung des Naturlebens, sei es auch in den engsten, uns wohlbekannten Erdräumen, erhöht werden.

Indem wir zu den Prosaikern wieder zurückkehren, verweilen wir gern bei der kleinen Schöpfung, welcher Bernardin de St. Pierre den schöneren Theil seines literarischen Ruhmes verdankt. Paul und Virginia, ein Werk, wie es kaum eine andere Literatur aufzuweisen hat, ist das einfache Naturbild einer Insel mitten im tropischen Meere, wo, bald von der Milde des Himmels beschirmt, bald von dem mächtigen Kampf der Elemente bedroht, zwei anmuthvolle Gestalten in der wilden Pflanzenfülle des Waldes sich malerisch wie von einem blüthenreichen Teppich abheben. Hier und in der Chaumière indienne, ja selbst in den Études de la Nature, welche leider durch abenteuerliche Theorien und physikalische Irrthümer verunstaltet werden, sind der Anblick des Meeres, die Gruppirung der Wolken, das Rauschen der Lüfte in den Bambus-Gebüschen, das Wogen der hohen Palmengipfel mit unnachahmlicher Wahrheit geschildert. Bernardin de St. Pierre's Meisterwerk Paul und Virginia hat mich in die Zone begleitet, der es seine Entstehung verdankt. Viele Jahre lang ist es von mir und meinem theuren Begleiter und Freunde Bonpland gelesen worden: dort nun (man verzeihe den Anruf an das eigene Gefühl) in dem stillen Glanze des südlichen Himmels, oder wenn in der Regenzeit, am Ufer des Ori-

*) Dies ist die Zeitfolge, nach welcher die Werke erschienen sind: Jean Jacques Rousseau 1759 (Nouvelle Héloïse; Buffon 1778 (Époques de la Nature, aber die Histoire naturelle schon 1749—1767); Bernardin de St. Pierre, Études de la Nature 1784, Paul et Virginie 1788, Chaumière indienne 1791; Georg Forster, Reise nach der Südsee 1777, kleine Schriften 1794. Mehr als ein halbes Jahrhundert vor dem Erscheinen der Nouvelle Héloïse hatte schon Madame de Sévigné in ihren anmuthigen Briefen die Lebendigkeit eines Naturgefühls offenbart, das in dem großen Zeitalter von Ludwig XIV. sich so selten aussprach. Vergleiche die herrlichen Naturschilderungen in den Briefen vom 20. April, 31. Mai, 15. August, 16. September und 6. November 1671; vom 23. October und 28. December 1689 (Aubenas, Hist. de Madame de Sévigné 1842 p. 201 und 427). — Wenn ich später im Texte (S. 225) des alten deutschen Dichters Paul Flemming erwähnt habe, der von 1633 bis 1639 Adam Olearius auf seiner moscovitischen und persischen Reise begleitete, so ist es, weil nach dem gewichtigen Ausspruche meines Freundes Varnhagen von Ense (biographische Denkm. Bd. IV. S. 4, 75 und 129) „der Charakter von Flemming's Dichtungen eine gesunde und frische Kraft ist," weil seine Naturbilder zart und voll Leben sind.

Hat man die Naturschilderungen, deren sich die neuere Zeit, vorzüglich in der deutschen, französischen, englischen und nordamerikanischen Literatur, erfreut, mit den Benennungen „beschreibender Poesie und Landschaftsdichtung" tadelnd belegt, so bezeichnen diese Benennungen wohl nur den Mißbrauch, welcher vermeintlichen Grenzerweiterungen des Kunstgebietes schuld gegeben wird. Dichterische Beschreibungen von Naturerzeugnissen, wie sie am Ende einer langen und rühmlichen Laufbahn Delille geliefert, sind bei allem Aufwande verfeinerter Sprachkunst und Metrik keineswegs als Naturdichtungen im höheren Sinne des Wortes zu betrachten. Sie bleiben der Begeisterung und also dem poetischen Boden fremd, sind nüchtern und kalt, wie alles, was nur durch äußere Zierde glänzt. Wenn demnach die sogenannte „beschreibende Poesie" als eine eigene für sich bestehende Form der Dichtung mit Recht getadelt worden ist, so trifft eine solche Mißbilligung gewiß nicht ein ernstes Bestreben die Resultate der neueren inhaltreicheren Weltbetrachtung durch die Sprache, d. h. durch die Kraft des bezeichnenden Wortes, anschaulich zu machen. Sollte ein Mittel unangewandt bleiben, durch welches uns das belebte Bild einer fernen, von andern durchwanderten Zone, ja ein Theil des Genusses verschafft werden kann, den die unmittelbare Naturanschauung gewährt? Die Araber sagen*) figürlich und sinnig, die beste Beschreibung sei die, „in welcher das Ohr zum Auge umgewandelt wird." Es gehört in die Leiden der Gegenwart, daß ein unseliger Hang zu inhaltloser poetischer Prosa, zu der Leere sogenannter gemüthlicher Ergüsse, gleichzeitig in vielen Ländern, verdienstvolle Reisende und naturhistorische Schriftsteller ergriffen hat. Verirrungen dieser Art sind um so unerfreulicher, wenn der Styl aus Mangel literarischer Ausbildung, vorzüglich aber aus Abwesenheit aller inneren Anregung in rhetorische Schwülstigkeit und trübe Sentimentalität ausartet.

Naturbeschreibungen, wiederhole ich hier, können scharf umgrenzt und wissenschaftlich genau sein, ohne daß ihnen darum der belebende Hauch der Einbildungskraft entzogen bleibt. Das Dichterische muß aus dem geahndeten Zusammenhange des Sinnlichen mit dem Intellectuellen, aus dem Gefühl der Allverbreitung, der gegenseitigen Begrenzung und der Einheit des Naturlebens hervorgehen. Je erhabener die Gegenstände sind, desto sorgfältiger muß der äußere Schmuck der Rede vermieden werden. Die eigentliche Wirkung eines Naturgemäldes ist in seiner Composition begründet; jede geflissentliche Anregung von Seiten dessen, der es aufstellt, kann nur störend sein. Wer, mit den großen Werken des Alterthums vertraut, in sicherm Besitze des Reichthums seiner Sprache, einfach und individualisirend wiederzugeben weiß, was er durch eigene Anschauung empfangen, wird den Eindruck nicht verfehlen; er wird es um so weniger, als er, die äußere, ihn umgebende Natur und nicht seine eigene Stimmung schildernd, die Freiheit des Gefühls in anderen unbeschränkt läßt.

Aber nicht die lebendige Beschreibung jener reich geschmückten Länder der Aequinoctial-Zone allein, in welcher Intensität des Lichts und feuchte Wärme die Entwicklung aller organischen Keime beschleunigen und erhöhen, hat in unseren Tagen dem gesammten Naturstudium einen mächtigen Reiz verschafft. Der geheime Zauber, durch den ein tiefer Blick in das organische Leben anregend wirkt, ist nicht auf die Tropenwelt allein beschränkt. Jeder Erdstrich bietet die Wunder fortschreitender Gestaltung und Gliederung, nach wiederkehrenden oder leise abweichenden Typen, dar. Allverbreitet ist das furchtbare Reich der Naturmächte, welche den uralten Zwist der Elemente in der wolkenschweren Himmelsdecke wie in dem zarten Gewebe der belebten Stoffe zu bindender Eintracht lösen. Darum können alle Theile des weiten Schöpfungskreises, vom Aequator bis zur kalten Zone, überall wo der Frühling eine Knospe entfaltet, sich einer begeisternden Kraft auf das Gemüth erfreuen. Zu einem solchen Glauben ist unser deutsches Vaterland vor allem berechtigt.

*) Freytag's Darstellung der arabischen Verskunst 1830 S. 402.

wundener Schwierigkeiten. Christliche Reisende, unbekannt mit dem, was Araber, spanische Juden und buddhistische Missionare vor ihnen gethan, rühmten sich alles zuerst gesehen und beschrieben zu haben. Bei der Dunkelheit, in welche der Orient und Inner-Asien gehüllt erschienen, vermehrte die Ferne selbst die Größe einzelner Gestalten. Eine solche Einheit der Composition fehlt meist den neueren Reisen, besonders denen, welche wissenschaftliche Zwecke verfolgen. Die Handlung steht dann den Beobachtungen nach, sie verschwindet in der Fülle derselben. Nur mühselige, wenn gleich wenig belehrende Bergbesteigungen und vor allem kühne Seefahrten, eigentliche Entdeckungsreisen in wenig erforschten Meeren oder der Aufenthalt in der schauervollen Oede der beeisten Polarzone gewähren ein dramatisches Interesse, wie die Möglichkeit einer individualisirenden Darstellung. Die Einsamkeit der Umgebung und die hülflose Abgeschiedenheit der Seefahrer isoliren dann das Bild und wirken um so anregender auf die Einbildungskraft.

Wenn es nun nach den vorliegenden Betrachtungen unläugbar ist, daß in den neueren Reisebeschreibungen das Element der Handlung in den Hintergund tritt, daß sie der größeren Zahl nach nur ein Mittel geworden sind Natur- und Sitten-Beobachtungen der Zeitfolge nach an einander zu ketten, so bieten sie dagegen für diese theilweise Entfärbung einen vollen Ersatz durch den Reichthum des Beobachteten, die Größe der Weltansicht und das rühmliche Bestreben die Eigenthümlichkeit jeder vaterländischen Sprache zu anschaulichen Darstellungen zu benutzen. Was die neuere Cultur uns gebracht, ist die unausgesetzt fortschreitende Erweiterung unseres Gesichtskreises, die wachsende Fülle von Ideen und Gefühlen, die thätige Wechselwirkung beider. Ohne den heimathlichen Boden zu verlassen, sollen wir nicht bloß erfahren können, wie die Erdrinde in den entferntesten Zonen gestaltet ist, welche Thier- und Pflanzenformen sie beleben; es soll uns auch ein Bild verschafft werden, das wenigstens einen Theil der Eindrücke lebendig wiedergiebt, welche der Mensch in jeglicher Zone von der Außenwelt empfängt. Dieser Anforderung zu genügen, diesem Bedürfniß einer Art geistiger Freuden, welche das Alterthum nicht kannte, arbeitet die neuere Zeit; die Arbeit gelingt, weil sie das gemeinsame Werk aller gebildeten Nationen ist, weil die Vervollkommnung der Bewegungsmittel auf Meer und Land die Welt zugänglicher, ihre einzelnen Theile in der weitesten Ferne vergleichbarer macht.

Ich habe hier die Richtung zu bezeichnen versucht, in welcher das Darstellungsvermögen des Beobachters, die Belebung des naturbeschreibenden Elements und die Vervielfältigung der Ansichten auf dem unermeßlichen Schauplatze schaffender und zerstörender Kräfte als Anregungs- und Erweiterungsmittel des wissenschaftlichen Naturstudiums auftreten können. Der Schriftsteller, welcher in unsrer vaterländischen Literatur nach meinem Gefühle am kräftigsten und am gelungensten den Weg zu dieser Richtung eröffnet hat, ist mein berühmter Lehrer und Freund Georg Forster gewesen. Durch ihn begann eine neue Aera wissenschaftlicher Reisen, deren Zweck vergleichende Völker- und Länderkunde ist. Mit einem feinen ästhetischen Gefühle begabt, in sich bewahrend die lebensfrischen Bilder, welche auf Tahiti und anderen, damals glücklicheren Eilanden der Südsee seine Phantasie (wie neuerlichst wieder die von Charles Darwin *) erfüllt hatten: schilderte Georg Forster zuerst mit Anmuth die wechselnden Vegetationsstufen, die klimatischen Verhältnisse, die Nahrungsstoffe in Beziehung auf die Gesittung der Menschen nach Verschiedenheit ihrer ursprünglichen Wohnsitze und ihrer Abstammung. Alles, was der Ansicht einer exotischen Natur Wahrheit, Individualität und Anschaulichkeit gewähren kann, findet sich in seinen Werken vereint. Nicht etwa bloß in seiner trefflichen Beschreibung der zweiten Reise des Capitän Cook, mehr noch in den kleinen Schriften liegt der Keim zu vielem Großen, das die spätere Zeit zur Reife gebracht hat†). Aber auch dieses so edle, gefühlreiche, immer hoffende Leben durfte kein glückliches sein!

*) S. Journal and Remarks by Charles Darwin 1832—1836 in Narrative of the Voyages of the Adventure and Beagle Vol. III. p. 479—490, wo eine *überaus schöne Schilderung* von Tahiti gegeben ist.

†) Ueber die Verdienste Georg Forster's als Mensch und als Schriftsteller s. Gervinus, Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen Th. V. S. 390—[illegible]

Leoche zu Delphi den Untergang von Troja malte. Unter den Bildern, die der ältere Philostrat beschreibt, wird sogar eine Landschaft erwähnt, in der man Rauch aus dem Gipfel eines Vulkans aufsteigen und Lavaströme sich in das nahe Meer ergießen sah. In dieser sehr verwickelten Composition einer Ansicht von sieben Inseln glauben die neuesten Commentatoren*) sogar die Darstellung einer wirklichen Gegend, die kleine äolische oder liparische Vulkangruppe, nördlich von Sicilien, zu erkennen. Die perspektivische Bühnenmalerei, durch welche die Aufführung der Meisterwerke des Aeschylus und Sophokles verherrlicht worden war, erweiterte allmälig diesen Theil des Kunstgebietes†), indem sie das Bedürfniß einer täuschenden Nachahmung lebloser Gegenstände (Baulichkeiten, Wald und Felsen) vermehrte.

Von der Bühne, durch die Vervollkommnung der Scenographie, ging die Landschaftmalerei bei den Griechen und den nachahmenden Römern in die durch Säulen gezierten Hallen über, wo lange Wandflächen erst mit eingeschränkten Naturscenen‡), bald aber mit großen Prospecten von Städten, See-Ufern und weiten Triften bedeckt wurden, auf denen Viehheerden weiden‖). Solche anmuthige Wandverzierungen hatte in dem Augusteischen Zeitalter, nicht erfunden, aber allgemein beliebt gemacht¶) und durch die Staffage kleiner Figuren erheitert**) der römische Maler Ludius. Fast zu derselben Zeit und wohl noch ein halbes Jahrhundert früher finden wir schon bei den Indern in der glänzenden Epoche des Vikramaditya der Landschaftmalerei als einer sehr geübten Kunst erwähnt. In dem reizenden Drama Sakuntala wird dem König Duschmanta das Bild seiner Geliebten gezeigt. Er ist nicht zufrieden damit, denn er will: „daß die Malerin die Plätze abbilde, welche der Freundin besonders lieb sind, den Malini-Fluß mit einer Sandbank, auf der die rothen Flamingos stehen; eine Hügelkette, welche sich an den Himalaya anlehnt, und Gazellen auf dieser Hügelkette gelagert.“ Das sind Anforderungen nicht geringer Art; sie deuten wenigstens auf den Glauben an die Ausführbarkeit einer verwickelten Composition.

Seit den Cäsaren trat die Landschaftmalerei zu Rom als eine eigene abgesonderte Kunst auf; aber nach dem Vielen, was uns die Ausgrabungen von Herculaneum, Pompeji und Stabiä zeigen, waren diese Naturbilder oft nur landkartenähnliche Uebersichten der Gegend, wieder mehr Darstellung von Hafenstädten, Villen und Kunstgärten, als der freien Natur zugewandt. Den Griechen und Römern schien fast allein das gemächlich Bewohnbare anziehend in der Landschaft, nicht das, was wir wild und romantisch nennen. Die Nachahmung konnte genau sein, so weit eine oft störende Sorglosigkeit in der Perspective und ein Streben nach conventioneller Anordnung es erlaubten; ja die arabeskenartigen Compositionen, denen der strenge Vitruvius abhold war, vereinigten, rhythmisch wiederkehrend und genialisch aufgefaßt, Thier- und Pflanzengestalten: aber, um mich eines Ausspruchs von Otfried Müller zu bedienen††), „der ahndungsvolle Dämmerschein des

---

ren damals also gegen 850 Jahre alt (Letronne, Lettres sur la Peinture historique murale 1835 p. 202 und 453).

*) Philostratorum Imagines ed. Jacobs et Welcker 1825 p. 79 und 485. Beide gelehrte Herausgeber vertheidigen gegen älterr Verdächtigung die Wahrhaftigkeit der Gemälde-Beschreibung in der alten neapolitanischen Pinakothek (Jacobs p. XVII und XLVI, Welcker p. LV und LXVI). Otfried Müller vermuthet, daß Philostrats Gemälde der Inseln (II, 17) wie die der Sumpfgegend (I, 9), des Bosporus und der Fischer (I, 12 und 13) in der Darstellung viel Aehnlichkeit mit der Mosaik von Palestrina hatten. Auch Plato erwähnt im Eingange des Critias (p. 107) der Landschaftmalerei, wie sie Berge, Flüsse und Waldungen darstellt.

†) Vorzüglich durch Agathachus, oder wenigstens nach dessen Vorschrift, Aristot. Poet. IV, 16; Vitruv. lib. V. cap. 7, lib. VII in Praef. (ed. Aloif. Marinius 1836 T. I. p. 292, T. II. p. 56); vergl. Letronne a. a. O. p. 271—280.

‡) Objecte der Rhopographia s. Welcker ad Philostr. Imag. p. 397.

‖) Vitruv. lib. VII cap. 5 (T. II. p. 91).

¶) Hirt, Gesch. der bildenden Künste bei den Alten 1833 S. 332, Letronne p. 262 und 468.

**) Ludius qui primus (?) instituit amoenissimam parietum picturam, Plin. XXXV, 10. Die topiaria opera des Plinius und varietates topiorum des Vitruvius waren kleine landschaftliche Decorations-Gemälde. — Die im Text citirte Stelle des Kalidasa steht in Sakuntala Act VI (Böhtlingk's Uebers. 1842 S. 90).

††) Otfried Müller, Archäologie der Kunst 1830 S. 609. — Da früher im Texte des Kosmos der in Pompeji und Herculanum aufgefundenen Malereien ge-

Wo ist das südlichere Volk, welches uns nicht den großen Meister der Dichtung beneiden sollte, dessen Werke alle ein tiefes Gefühl der Natur durchdringt: in den Leiden des jungen Werthers wie in den Erinnerungen an Italien, in der Metamorphose der Gewächse wie in seinen vermischten Gedichten? Wer hat beredter seine Zeitgenossen angeregt „des Weltalls heilige Räthsel zu lösen," das Bündniß zu erneuern, welches im Jugendalter der Menschheit Philosophie, Physik und Dichtung mit Einem Bande umschlang? wer hat mächtiger hingezogen in das ihm geistig heimische Land, wo

Ein sanfter Wind vom blauen Himmel weht,
Die Myrte still und hoch der Lorbeer steht?

II. Landschaftmalerei in ihrem Einfluß auf die Belebung des Naturstudiums — Graphische Darstellung der Physiognomik der Gewächse — Charakteristik ihrer Gestaltung unter verschiedenen Zonen.

Wie eine lebensfrische Naturbeschreibung, so ist auch die Landschaftmalerei geeignet die Liebe zum Naturstudium zu erhöhen. Beide zeigen uns die Außenwelt in ihrer ganzen gestaltenreichen Mannigfaltigkeit; beide sind fähig, nach dem Grade eines mehr oder minder glücklichen Gelingens in Auffassung der Natur, das Sinnliche an das Unsinnliche anzuknüpfen. Das Streben nach einer solchen Verknüpfung bezeichnet das letzte und erhabenste Ziel der darstellenden Künste. Diese Blätter sind durch den wissenschaftlichen Gegenstand, dem sie gewidmet sind, auf eine andere Ansicht beschränkt: es kann hier der Landschaftmalerei nur in der Beziehung gedacht werden, als sie den physiognomischen Charakter der verschiedenen Erdräume anschaulich macht, die Sehnsucht nach fernen Reisen vermehrt, und auf eine eben so lehrreiche als anmuthige Weise zum Verkehr mit der freien Natur anreizt.

In dem Alterthum, welches wir vorzugsweise das classische nennen, bei den Griechen und Römern, war nach der besonderen Geistesrichtung dieser Völker die Landschaftmalerei eben so wenig als die dichterische Schilderung einer Gegend ein für sich bestehendes Object der Kunst. Beide wurden nur als Beiwerk behandelt. Anderen Zwecken untergeordnet, diente die Landschaftmalerei lange nur als Hintergrund historischer Compositionen oder als zufälliges Ornament in Wandgemälden. Auf eine ähnliche Weise versinnlichte der epische Dichter durch eine malerische Beschreibung der Landschaft — ich könnte wieder sagen des Hintergrundes, vor dem die handelnden Personen sich bewegen — das Local eines geschichtlichen Vorganges. Die Kunstgeschichte lehrt, wie allmälig das Beiwerk zur Hauptsache der Darstellung wurde; wie die Landschaftmalerei, von der historischen gesondert, als eine eigene Gattung auftrat; wie die menschlichen Gestalten bald nur als Staffage einer Berg- und Waldgegend, eines Seestrandes oder einer Gartenanlage gedient haben. Die Trennung zweier Gattungen, der Geschichts- und Landschaftmalerei, ist so, den allgemeinen Fortschritt der Kunst auf verschiedenen Bildungsstufen begünstigend, allmälig vorbereitet worden; und man hat mit Recht bemerkt, daß, wenn überhaupt bei den Alten die Malerei der Plastik untergeordnet blieb, insbesondere das Gefühl für die landschaftliche Schönheit, welche der Pinsel wiedergeben soll, kein antikes, sondern ein modernes Gefühl ist.

Graphische Andeutung von der Eigenthümlichkeit einer Gegend mußte sich allerdings schon in den ältesten Gemälden der Griechen finden, wenn, um einzelne Beispiele anzuführen, nach Herodot's*) Berichte Mandrokles von Samos für den großen Perserkönig den Uebergang des Heeres über den Bosporus darstellen ließ, oder wenn Polygnot†) in der

*) Herod. IV, 88.

†) Ein Theil der Werke des Polygnot und des Mikon (das Gemälde der Schlacht von Marathon in der Pökile zu Athen) wurde nach dem Zeugnisse des Himerius noch am Ende des vierten Jahrhunderts (nach dem Anfange unsrer Zeitrechnung) gesehen; diese Werke wa-

für die Cathedralkirche zu Gent angefertigt hatten. Auf den Flügeln, welche die heiligen Einsiedler und Pilger darstellen, hat Johann van Eyck die Landschaft durch Orangenbäume, Dattelpalmen und Cypressen geschmückt, die äußerst naturgetreu über andere dunkele Massen einen ernsten, erhabenen Charakter verbreiten. Man fühlt bei dem Anblick des Bildes, daß der Maler selbst den Eindruck einer Vegetation empfangen hat, die von lauen Lüften umweht ist.

Bei dem Meisterwerke der Gebrüder van Eyck stehen wir noch in der ersten Hälfte des 15ten Jahrhunderts, als die vervollkommnete Oelmalerei eben erst angefangen hatte die Malerei in Tempera zu verdrängen und doch schon eine hohe technische Vollendung erlangt hatte. Das Streben nach einer lebendigen Darstellung der Naturformen war erweckt; und will man die allmälige Verbreitung eines sich erhöhenden Naturgefühls verfolgen, so muß man erinnern, wie Antonello di Messina, ein Schüler der Brüder van Eyck, den Hang zu landschaftlicher Auffassung nach Venedig verpflanzte, und wie die Bilder der van Eyck'schen Schule selbst in Florenz auf den Domenico Ghirlandajo und andere Meister in ähnlichem Sinne eingewirkt haben*). Die Bestrebungen dieser Zeit waren auf eine sorgsame, aber meist ängstliche Nachahmung der Natur gerichtet. Frei und großartig aufgefaßt erscheint diese erst in den Meisterwerken des Tizian, dem auch hier Giorgione zum Vorbild gedient. Ich habe das Glück gehabt viele Jahre lang im Pariser Museum das Gemälde des Tizian bewundern zu können, welches den Tod des von einem Albigenser im Walde überfallenen Petrus Martyr†) in Gegenwart eines anderen Dominicanermönches darstellt. Die Form der Waldbäume und ihre Belaubung, die bergige blaue Ferne, die Abtönung und Beleuchtung des Ganzen lassen einen feierlichen Eindruck von Ernst und Größe, von einer Tiefe der Empfindungen, welche die überaus einfache landschaftliche Composition durchdringt. So lebendig war das Naturgefühl des Tizian, daß er nicht etwa bloß in Bildnissen schöner Frauen, wie in dem Hintergrunde der üppigen Gestalt der Dresdner Venus, sondern auch in den Bildnissen strengerer Auffassung, z. B. in dem des Dichters Pietro Aretino, sei es der Landschaft, sei es dem Himmel einen der individuellen Darstellung entsprechenden Charakter gab. Einem solchen Charakter der Erhabenheit blieben treu in der Bologneser Schule Annibal Caracci und Domenichino.

War aber die große Kunstepoche der Historienmalerei das cinquecento, so ist die Epoche der größten Landschafter das 17te Jahrhundert. Bei dem immer mehr erkannten und sorgsamer beobachteten Reichthum der Natur konnte das Kunstgefühl sich über eine größere Mannigfaltigkeit von Gegenständen verbreiten; auch vermehrte sich zugleich die Vollkommenheit der technischen Darstellungsmittel. Beziehungen auf die Stimmung des Gemüths wurden inniger und durch sie erhöhte sich der zarte und milde Ausdruck des *Naturschönen*, wie der Glaube an die Macht, mit welcher die Sinnenwelt uns anregen kann. Wenn

---

*) „Im Belvidere des Vatican malte schon Pinturichio Landschaften als selbstständige Versierung; sie waren reich und componirt. Er hat auf Raphael eingewirkt, in dessen Bildern viele *landschaftliche Seltsamkeiten* nicht von Perugino abzuleiten sind. Bei Pinturicchio und bei dessen Freunden finden sich auch schon die sonderbaren spitzigen Bergformen, welche Sie früher in Ihren Vorlesungen geneigt waren, von den durch Leopold von Buch so berühmt gewordenen tyroler Dolomitkegeln abzuleiten, die auf reisende Künstler bei dem steten Verkehr zwischen Italien und Deutschland starken Eindruck gemacht haben. Ich glaube vielmehr, daß diese Kegelformen auf den frühesten italiänischen Landschaften entweder sehr alte conventionelle Uebertragungen sind aus Berg-Andeutungen in antiken Reliefs und mystischen Arbeiten, oder daß sie als ungeschickt verkürzte Ansichten des Soracte und ähnlicher isolirter Gebirge in der Campagna di Roma betrachtet werden müssen." (Aus einem Briefe von Carl Friedrich von *Rumohr* an mich im October 1832.) — Um die Kegel- und Spitzberge näher zu bezeichnen, von denen hier die Rede ist, erinnere ich an die phantastische Landschaft, welche in Leonardo da Vinci's allgemein bewundertem Bilde der Mona Lisa (Gemahlin des Francesco del Giocondo) den Hintergrund bildet. — Unter denen, welche in der niederländischen Schule die Landschaft vorzugsweise als eine eigene Gattung ausgebildet haben, sind noch Patenier's Nachfolger Herry de Bles, wegen seines Thier-Monogramms Civetta genannt, und später die Brüder Matthäus und Paul Bril zu erwähnen, die bei ihrem Aufenthalte in Rom große Neigung zu diesem abgesonderten Zweige der Kunst erweckten. In Deutschland behandelte Albrecht Altdorfer, Dürer's Schüler, die Landschaftmalerei noch etwas früher und mit größerem Erfolge als Patenier.

†) Gemalt für die Kirche San Giovanni e Paolo zu Venedig.

Geiſtes, mit welchem die Landſchaft uns anſpricht, erſchien den Alten nach ihrer Gemüthsrichtung jeder künſtleriſchen Ausbildung unfähig; ihre Landſchaften waren mehr ſcherzhaft als mit Ernſt und Gefühl entworfen."

Wir haben die Analogie des Entwickelungsganges bezeichnet, auf dem im claſſiſchen Alterthume zwei Mittel die Natur anſchaulich darzuſtellen, durch die Sprache (das begeiſterte Wort) und durch graphiſche Nachbildungen, allmälig zu einiger Selbſtſtändigkeit gelangt ſind. Was uns die neuerlichſt ſo glücklich fortgeſetzten Ausgrabungen in Pompeji von antiker Landſchaftmalerei in der Manier des Ludius zeigen, gehört höchſt wahrſcheinlich einer einzigen und zwar ſehr kurzen Zeitepoche*) von Nero bis Titus an; denn die Stadt war 16 Jahre vor dem berühmten Ausbruch des Veſuvs ſchon einmal durch Erdbeben gänzlich zerſtört worden.

Die ſpätere chriſtliche Malerei blieb nach ihrem Kunſtcharakter, von Conſtantin dem Großen an bis zu dem Anfange des Mittelalters, der ächt griechiſchen und römiſchen nahe verwandt. Es offenbart uns dieſelbe einen Schatz von alten Erinnerungen ſowohl in den Miniaturen †), welche prachtvolle und wohlerhaltene Manuſcripte zieren, wie in den ſeltneren Moſaiken derſelben Epochen. Rumohr gedenkt eines Pſalmen-Manuſcriptes in der Barberina zu Rom, wo in einer Miniatur „David die Harfe ſchlägt, von einem anmuthigen Haine umgeben, aus deſſen Gezweige Nymphen hervorlauſchen. Dieſe Perſonification deutet auf die antike Wurzel des ganzen Bildes." Seit der Mitte des ſechſten Jahrhunderts, wo Italien verarmt und politiſch zerrüttet war, bewahrte vorzugsweiſe die byzantiniſche Kunſt im öſtlichen Reiche den Nachklang und die ſchwer verlöſchenden Typen einer beſſeren Zeit. Solche Denkmäler bilden den Uebergang zu den Schöpfungen des ſpäteren Mittelalters, nachdem die Liebe zu der Ausſchmückung der Manuſcripte ſich aus dem griechiſchen Orient nach den Abendländern und dem Norden, in die fränkiſche Monarchie, unter den Angelſachſen und in die Niederlande verbreitet hatte. Es iſt daher von nicht geringer Wichtigkeit für die Geſchichte der neueren Kunſt, „daß die berühmten Brüder Hubert und Johann van Eyck dem Weſentlichen nach aus einer Schule der Miniaturmaler hervorgegangen ſind, welche ſeit der zweiten Hälfte des 14ten Jahrhunderts in Flandern eine ſo große Vollkommenheit erlangt hatte ‡)."

Sorgfältige Ausbildung des Landſchaftlichen findet ſich nämlich zuerſt in den hiſtoriſchen Bildern dieſer Brüder van Eyck. Beide haben nie Italien geſehen; aber der jüngere Bruder Johann genoß den Anblick einer ſüdeuropäiſchen Vegetation, als er im Jahr 1428 die Geſandtſchaft begleitete, welche der Herzog von Burgund Philipp der Gute wegen ſeiner Bewerbung um die Tochter König Johanns I. von Portugal nach Liſſabon ſchickte. Wir beſitzen hier in dem Muſeum zu Berlin die Flügel des herrlichen Bildes, welches die eben genannten Künſtler, die eigentlichen Begründer der großen niederländiſchen Malerſchule,

---

dacht worden iſt, als einer Kunſt, die der freien Natur wenig zugewandt war, ſo muß ich hier doch einige wenige Ausnahmen bezeichnen, welche durchaus als Landſchaften im modernen Sinne des Worts gelten können. S. Pitture d'Ercolano Vol. II. tab. 45. Vol. III. tab. 53 und, als Hintergrund in reizenden hiſtoriſchen Compoſitionen, Vol. IV. tab. 61, 62 und 63. Ich erwähne nicht der merkwürdigen Darſtellung in den Monumenti dell' Instituto di Corrispondenza archeologica Vol. III. tab. 9, deren antike Aechtheit ſchon von einem ſcharfſinnigen Archäologen, Raoul-Rochette, bezweifelt worden iſt.

*) Gegen die Behauptung von Du Theil (Voyage en Italie par l'Abbé Barthélémy p. 284), daß Pompeji noch mit Glanz unter Hadrian beſtanden und erſt am Ende des fünften Jahrhunderts völlig zerſtört worden ſei, ſ. Adolph v. Hoff, Geſchichte der Veränderungen der Erdoberfläche Th. II. 1824 S. 195—199.

†) S. Waagen, Kunſtwerke und Künſtler in England und Paris Th. III. 1839 S. 195—201, und beſonders S. 217—224, wo das berühmte Pſalterium der Pariſer Bibliothek (aus dem 10ten Jahrhundert) beſchrieben wird, welches beweiſt, wie lange in Conſtantinopel ſich „die antike Auffaſſungsweiſe" erhalten hat. — Den freundſchaftlichen und leitenden Mittheilungen dieſes tiefen Kunſtkenners (des Profeſſor Waagen, Directors der Gemäldegallerie in meiner Vaterſtadt) habe ich zur Zeit meiner öffentlichen Vorträge im Jahr 1828 intereſſante Notizen über die Kunſtgeſchichte nach der römiſchen Kaiſerzeit verdankt. Was ich ſpäter über die allmälige Entwickelung der Landſchaftmalerei aufgeſchrieben, theilte ich im Winter 1835 dem berühmten, leider uns ſo früh entriſſenen Verfaſſer der italieniſchen Forſchungen, Freiherr von Rumohr in Dresden, mit. Ich erhielt von dem edel mittheilenden Manne eine große Zahl hiſtoriſcher Erläuterungen, die er mir ſogar, wenn es nach der Form meines Werks geſchehen könnte, vollſtändig zu veröffentlichen erlaubte.

‡) Waagen a. a. O. Th. I. 1837 S. 59, Th. III. 1839 S. 352—359.

Verdienſt einer ſolchen Darſtellung gehört wahrſcheinlich, wie mich Waagen belehrt, dem niederländiſchen Maler Franz Poſt aus Harlem, der den Prinzen Moritz von Naſſau nach Braſilien begleitete, wo dieſer, mit den Erzeugniſſen der Tropenwelt lebhaft beſchäftigte Fürſt in den Jahren 1637 bis 1644 holländiſcher Statthalter in den eroberten portugieſiſchen Beſitzungen war. Poſt machte viele Jahre lang Studien nach der Natur am Vorgebirge San Auguſtin, in der Bucht Aller Heiligen, an den Ufern des Rio San Francisco und am unteren Laufe des Amazonenſtroms *). Dieſe Studien wurden von ihm ſelbſt theils als Gemälde ausgeführt, theils mit vielem Geiſte radirt. Zu derſelben Zeit gehören die in Dänemark (in einer Gallerie des ſchönen Schloſſes Frederiksborg) aufbewahrten ſehr ausgezeichneten großen Oelbilder des Malers Eckhout, der 1641 ſich ebenfalls mit Prinz Moritz von Naſſau an der braſilianiſchen Küſte befand. Palmen, Melonenbäume, Bananen und Heliconien ſind überaus charakteriſtiſch abgebildet: auch die Geſtalten der Eingeborenen, buntgefiederte Vögel und kleine Quadrupeden.

Solchen Beiſpielen phyſiognomiſcher Naturdarſtellung ſind bis zu Cook's zweiter Weltumſeglung wenige begabte Künſtler gefolgt. Was Hodges für die weſtlichen Inſeln der Südſee, was unſer verewigter Landsmann Ferdinand Bauer für Neu-Holland und Van Diemens Land geleiſtet, haben in den neueſten Zeiten in viel größerem Style und mit höherer Meiſterſchaft für die amerikaniſche Tropenwelt Moritz Rugendas, der Graf Clarac, Ferdinand Bellermann und Eduard Hildebrandt, für viele andere Theile der Erde hein-

*) Franz Poſt oder Poost war zu Harlem 1620 geboren. Er ſtarb daſelbſt 1680. Sein Bruder begleitete ebenfalls den Grafen Moritz von Naſſau als Architect. Von den Gemälden waren einige, die Ufer des Amazonenſtroms darſtellend, in der Bildergallerie von Schleisheim zu ſehen; andere ſind in Berlin, Hannover und Prag. Die radirten Blätter (in Barläus, Reiſe des Prinzen Moritz von Naſſau, und in der königlichen Sammlung der Kupferſtiche zu Berlin, zeugen von ſchönem Naturgefühl in Auffaſſung der Küſtenform, der Beſchaffenheit des Bodens und der Vegetation. Sie ſtellen dar: Muſaceen, Cactus, Palmen, Ficus-Arten mit den bekannten bretterartigen Auswüchſen am Fuß des Stammes, Rhizophora und baumartige Gräſer. Die maleriſche braſilianiſche Reiſe endigt (Blatt LV) ſonderbar genug mit einem deutſchen Kiefernwalde, der das Schloß Dillenburg umgiebt. — Die früher im Texte (S. 232) gemachte Bemerkung über den Einfluß, den die Gründung botaniſcher Gärten in Oberitalien gegen die Mitte des 16ten Jahrhunderts auf die phyſiognomiſche Kenntniß tropiſcher Pflanzengeſtaltung kann ausgeübt haben, veranlaßt mich, in dieſer Note an die wohlbegründete Thatſache zu erinnern, daß der für die Belebung der Ariſtoteliſchen Philoſophie und der Naturkunde gleich verdiente Albertus Magnus im 13ten Jahrhunderte im Dominicaner-Kloſter zu Cöln wahrſcheinlich ein warmes Treibhaus beſaß. Der berühmte, ſchon wegen ſeiner Sprechmaſchine der Zauberkunſt verdächtigte Mann gab nämlich am 6. Januar 1249 dem römiſchen Könige Wilhelm von Holland bei ſeiner Durchreiſe ein Feſt in einem weiten Raume des Kloſtergartens, in dem er bei angenehmer Wärme Fruchtbäume und blühende Gewächſe den Winter hindurch unterhielt. Die Erzählung dieſes Gaſtmahls ins Wunderbare übertrieben findet ſich in der Chronica Joannis de Beka aus der Mitte des 14ten Jahrhunderts. (Beka et Heda de Episcopis Ultrajectinis recogn. ab Arn. Buchelio 1643 p. 79; Jourdain, Recherches critiques sur l'age des traductions d'Aristote 1819 p. 331; Buhle, Geſch. der Philoſophie Th. V. S. 296.) Obgleich die Alten, wie einzelne Beiſpiele aus den Pompejaniſchen Ausgrabungen lehren, Glasſcheiben in Gebäuden anwendeten, ſo iſt bisher doch wohl nichts aufgefunden worden, was in der antiken Kunſtgärtnerei den Gebrauch von erwärmten Glas- und Treibhäuſern bezeugte. Die Wärmeleitung der caldaria in Bädern hätte auf Anlegung ſolcher Treibereien und der Gewächshäuſer leiten können, aber bei der Kürze des griechiſchen und italiäniſchen Winters wurde das Bedürfniß der künſtlichen Wärme im Gartenbau weniger gefühlt. Die Adonisgärten (κῆποι Ἀδώνιδος) für den Sinn des Adonisfeſtes ſo bezeichnend, waren nach Böckh „Pflanzungen in kleinen Töpfen, die ohne Zweifel den Garten darſtellen ſollten, in welchem Aphrodite ſich zum Adonis geſellte, dem Symbol der ſchnell hinwelkenden Jugendblüthe, des üppigen Wachsthums und des Vergehens. Die Adonien waren alſo ein Trauerfeſt der Weiber, eines jener Feſte, durch welche das Alterthum die hinſterbende Natur betrauerte. Wie wir von Treibhauspflanzen reden, im Gegenſatze des Naturwüchſigen, ſo haben die Alten oft ſprüchwörtlich das Wort Adonisgarten gebraucht, um damit ſchnell Emporgeſproſſenes, aber nicht zu tüchtiger Reife und Dauer Gediehenes zu bezeichnen. Die Pflanzen, nicht vielfarbige Blumen, nur Lattich, Fenchel, Gerſte und Weizen, wurden mit emſiger Pflege zu ſchnellem Wachsthum gebracht; auch nicht im Winter, ſondern im vollen Sommer, und in einer Zeit von acht Tagen.“ Creuzer (Symbolik und Mythologie Th. II. 1841 S. 427, 430, 479 und 481) glaubt indeß, daß zur Beſchleunigung des Wachsthums der Pflanzen in den Adonisgärtchen „ſtarke natürliche und auch wohl künſtliche Wärme im Zimmer angewendet wurde.“ — Der Kloſtergarten des Dominikaner-Kloſters in Cöln erinnert übrigens an ein grönländiſches oder isländiſches Kloſter des heil. Thomas, deſſen immer ſchneeloſer Garten durch natürliche heiße Quellen erwärmt war, wie die Fratelli Zeni in ihren, freilich der geographiſchen Oertlichkeit nach ſehr problematiſchen Reiſen (1388—1404) berichten. (Vergl. Zurla, Viaggiatori Veneziani T. II. p. 63—69 und Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 127. — In unſeren botaniſchen Gärten ſcheint die Anlage eigentlicher Treibhäuſer viel neuer zu ſein, als man gewöhnlich glaubt. Reife Ananas wurden erſt am Ende des 17ten Jahrhunderts erzielt (Beckmann, Geſchichte der Erfindungen Bd. IV. S. 287); ja Linné behauptet ſogar in der Musa Cliffortiana florens Hartecampi, daß man Piſang in Europa zum erſten Male zu Wien im Garten des Prinzen Eugen 1731 habe blühen ſehen.

diese Anregung, dem erhabenen Zwecke aller Kunst gemäß, die wirklichen Gegenstände in ein Object der Phantasie verwandelt, wenn sich harmonisch in unserm Innern den Eindruck der Ruhe erzeugt, so ist der Genuß nicht ohne Rührung; sie ergreift das Herz, so oft wir in die Tiefen der Natur oder der Menschheit blicken*). In ein Jahrhundert finden wir zusammengedrängt Claude Lorrain, den idyllischen Maler des Lichts und der duftigen Ferne, Ruysdael's dunkele Waldmassen und sein drohendes Gewölk, die heroischen Baumgestalten von Gaspard und Nicolaus Poussin, die naturwahren Darstellungen von Everdingen, Hobbema und Cuyp†).

In dieser glücklichen Entwicklungsperiode der Kunst ahmte man geistreich nach, was die Vegetation des Nordens von Europa, was das südliche Italien und die iberische Halbinsel darboten. Man schmückte die Landschaft mit Orangen- und Lorbeerbäumen, mit Pinien und Dattelpalmen. Die letzten (das einzige Glied dieser herrlichen Familie, das man außer der kleinen ursprünglich europäischen Strandpalme, Chamaerops, durch eigenen Anblick kannte) wurden meist conventionell mit schlangenartig schuppigem Stamme dargestellt‡); sie dienten lange zum Repräsentanten der ganzen Tropen-Vegetation, wie Pinus pinea nach einem noch sehr verbreiteten Glauben die Vegetation Italiens ausschließlich charakterisiren soll. Die Umrisse hoher Gebirgsketten wurden wenig studirt; ja Schneegipfel, welche sich über grüne Alpenwiesen erheben, wurden damals noch von Naturforschern und Landschaftmalern für unerreichbar gehalten. Die Physiognomik der Felsmassen reizte fast nur da zu einer genaueren Nachbildung an, wo der Gießbach sich schäumend und furchend eine Bahn gebrochen hat. Auch hier ist wieder die Vielseitigkeit eines freien, sich in die ganze Natur versenkenden künstlerischen Geistes zu bezeichnen. Ein Geschichtsmaler, derselbe Rubens, der in seinen großen Jagdstücken das wilde Treiben der Waldthiere mit unnachahmlicher Lebendigkeit geschildert hat, faßte beinahe gleichzeitig die Gestaltung des Erdreichs in der dürren, gänzlich öden, felsigen Hochebene des Escorials mit seltenem Glücke landschaftlich auf ||).

Die Darstellung individueller Naturformen, den Theil der Kunst berührend, welcher der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, konnte an Mannigfaltigkeit und Genauigkeit erst dann zunehmen, als der geographische Gesichtskreis erweitert, das Reisen in ferne Klimate erleichtert und der Sinn für die relative Schönheit und Gliederung der vegetabilischen Gestalten, wie sie in Gruppen natürlicher Familien vertheilt sind, angeregt wurden. Die Entdeckungen von Columbus, Vasco de Gama und Alvarez Cabral in Mittel-Amerika, Süd-Asien und Brasilien, der ausgebreitete Specerei- und Droguen-Handel der Spanier, Portugiesen, Italiäner und Niederländer, die Gründung botanischer, aber noch nicht mit eigentlichen Treibhäusern versehener Gärten in Pisa, Padua und Bologna zwischen 1544 und 1568 machten die Maler allerdings mit vielen wunderbaren Formen exotischer Producte, selbst mit denen der Tropenwelt, bekannt. Einzelne Früchte, Blüthen und Zweige wurden von Johann Breughel, dessen Ruhm schon am Ende des 16ten Jahrhunderts begann, mit anmuthiger Naturtreue dargestellt; aber es fehlte bis kurz vor der Mitte des 17ten Jahrhunderts an Landschaften, welche den individuellen Charakter der heißen Zone, von dem Künstler selbst an Ort und Stelle aufgefaßt, wiedergeben konnten. Das erste

*) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Bd. IV. S. 37. Vergl. auch über die verschiedenen Stadien des Naturlebens und die durch die Landschaft hervorgerufenen Gemüthsstimmungen Carus in seinen geistreichen Briefen über die Landschaftsmalerei 1831 S. 45.

†) Das große Jahrhundert der Landschaftmalerei vereinigte: Johann Breughel 1569—1625; Rubens 1577—1640; Domenichino 1581—1641; Philippe de Champaigne 1602—1674; Nicolas Poussin 1594—1655; Gaspard Poussin (Dughet) 1613—1675; Claude Lorrain 1600—1682; Albert Cuyp 1606—1672; Jan Both 1610—1650; Salvator Rosa 1615—1673; Everdingen 1621—1675; Nicolaus Berghem 1624—1683; Swanevelt 1620—1690; Ruysdael 1635—1681; Minderboot Hobbema; Jan Wynants; Adriaan van de Velde 1639—1672; Carl Dujardin 1644—1687.

‡) Wunderbar phantastische Darstellungen der Dattelpalme, die in der Mitte der Laubkrone einen Kranz haben, zeigt mir ein altes Bild von Cima da Conegliano aus der Schule des Bellino (Dresdner Gallerie 1835 No. 40).

||) A. a. O. No. 917.

verhältnisse nicht erreichen würden. In Südamerika liegen volkreiche Städte fast bis zu 13000 Fuß Höhe über der Meeresfläche. Von da hinab bieten sich dem Auge alle klimatischen Abstufungen der Pflanzenformen dar. Wie viel ist nicht von malerischen Studien der Natur zu erwarten, wenn, nach geendigtem Bürgerzwiste und hergestellten freien Verfassungen, endlich einmal Kunstsinn in jenen Hochländern erwacht!

Alles, was sich auf den Ausdruck der Leidenschaften, auf die Schönheit menschlicher Form bezieht, hat in der temperirten nördlichen Zone, unter dem griechischen und hesperischen Himmel, seine höchste Vollendung erreichen können; aus den Tiefen seines Gemüths wie aus der sinnlichen Anschauung des eigenen Geschlechts ruft, schöpferisch frei und nachbildend zugleich, der Künstler die Typen historischer Darstellungen hervor. Die Landschaftmalerei, welche eben so wenig bloß nachahmend ist, hat ein mehr materielles Substratum, ein mehr irdisches Treiben. Sie bedarf einer großen Masse und Mannigfaltigkeit unmittelbar sinnlicher Anschauung, die das Gemüth in sich aufnehmen und, durch eigene Kraft befruchtet, den Sinnen wie ein freies Kunstwerk wiedergeben soll. Der große Styl der heroischen Landschaft ist das Ergebniß einer tiefen Naturauffassung und jenes inneren geistigen Processes.

Allerdings ist die Natur in jedem Winkel der Erde ein Abglanz des Ganzen. Die Gestalten des Organismus wiederholen sich in anderen Verbindungen. Auch der eisige Norden erfreut sich Monate lang der krautbedeckten Erde, großblüthiger Alpenpflanzen und milder Himmelsbläue. Nur mit den einfacheren Gestalten der heimischen Floren vertraut, darum aber nicht ohne Tiefe des Gefühls und Fülle schöpferischer Einbildungskraft, hat bisher unter uns die Landschaftmalerei ihr anmuthiges Werk vollbracht. Bei dem Vaterländischen und dem Eingebürgerten des Pflanzenreichs verweilend, hat sie einen engeren Kreis durchlaufen; aber auch in diesem fanden hochbegabte Künstler, die Carracci, Gaspard Poussin, Claude Lorrain und Ruysdael Raum genug, um durch Wechsel der Baumgestalten und der Beleuchtung die glücklichsten und mannigfaltigsten Schöpfungen zauberisch hervorzurufen. Was die Kunst noch zu erwarten hat und worauf ich hindeuten mußte, um an den alten Bund des Naturwissens mit der Poesie und dem Kunstgefühl zu erinnern, wird den Ruhm jener Meisterwerke nicht schmälern; denn, wie wir schon oben bemerkt, in der Landschaftmalerei und in jedem anderen Zweige der Kunst ist zu unterscheiden zwischen dem, was beschränkterer Art die sinnliche Anschauung und die unmittelbare Beobachtung erzeugt, und dem, was Unbegrenztes aus der Tiefe der Empfindung und der Stärke idealisirender Geisteskraft aufsteigt. Das Großartige, was dieser schöpferischen Geisteskraft die Landschaftmalerei, als eine mehr oder minder begeisterte Naturdichtung, verdankt (ich erinnere hier an die Stufenfolge der Bauformen von Ruysdael und Everdingen durch Claude Lorrain bis zu Poussin und Hannibal Carracci hinauf), ist, wie der mit Phantasie begabte Mensch, etwas nicht an den Boden gefesseltes. Bei den großen Meistern der Kunst ist die örtliche Beschränkung nicht zu spüren; aber Erweiterung des sinnlichen Horizonts, Bekanntschaft mit edleren und größeren Naturformen, mit der üppigen Lebensfülle der Tropenwelt gewähren den Vortheil, daß sie nicht bloß auf die Bereicherung des materiellen Substrats der Landschaftmalerei, sondern auch dahin wirken bei minder begabten Künstlern die Empfindung lebendiger anzuregen und so die schaffende Kraft zu erhöhen.

Sei es mir erlaubt, hier an die Betrachtungen zu erinnern, welche ich fast vor einem halben Jahrhunderte in einer wenig gelesenen Abhandlung: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse*) mitgetheilt habe, Betrachtungen, die in dem innigsten Zusammenhange mit den eben behandelten Gegenständen stehen. Wer die Natur mit einem Blicke zu umfassen und von Localphänomenen zu abstrahiren weiß, der erkennt, wie mit

*) Humboldt, Ansichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 7, 16, 21, 36 und 42. Vergl. auch zwei sehr lehrreiche Schriften: Friedrich von Martius, Physiognomie des Pflanzenreiches in Brasilien 1824 und M. von Olfers, allgemeine Uebersicht von Brasilien in Feldner's Reisen 1828 Th. I. S. 18—23.

rich von Kittlitz, der Begleiter des russischen Admirals Lütke auf seiner Weltumseglung, gethan*).

Wer, empfänglich für die Naturschönheit von Berg-, Fluß- und Waldgegenden, die heiße Zone selbst durchwandert ist, wer Ueppigkeit und Mannigfaltigkeit der Vegetation nicht etwa bloß an den bebauten Küsten, sondern am Abhange der schneebedeckten Andes, des Himalaya und des mysorischen Nilgherry-Gebirges, oder in den Urwäldern des Flußnetzes zwischen dem Orinoco und Amazonenstrom gesehen hat; der allein kann fühlen, welch ein unabsehbares Feld der Landschaftmalerei zwischen den Wendekreisen beider Continente oder in der Inselwelt von Sumatra, Borneo und den Philippinen zu eröffnen ist, wie das, was man bisher geistreiches und treffliches geleistet, nicht mit der Größe der Naturschätze verglichen werden kann, deren einst noch die Kunst sich zu bemächtigen vermag. Warum sollte unsere Hoffnung nicht gegründet sein, daß die Landschaftmalerei zu einer neuen, nie gesehenen Herrlichkeit erblühen werde, wenn hochbegabte Künstler öfter die engen Grenzen des Mittelmeeres überschreiten können, wenn es ihnen gegeben sein wird, fern von der Küste mit der ursprünglichen Frische eines reinen jugendlichen Gemüthes, die vielgestaltete Natur in den feuchten Gebirgsthälern der Tropenwelt lebendig aufzufassen?

Jene herrlichen Regionen sind bisher meist nur von Reisenden besucht worden, denen Mangel an früher Kunstbildung und anderweitige wissenschaftliche Beschäftigung wenig Gelegenheit gaben sich als Landschaftmaler zu vervollkommnen. Die Wenigsten von ihnen wußten bei dem botanischen Interesse, welches die individuelle Form der Blüthen und Blätter erregte, den Totaleindruck der tropischen Zone aufzufassen. Oft wurden die Künstler, welche große auf Kosten des Staats ausgerüstete Expeditionen begleiten sollten, wie durch Zufall gewählt, und dann unvorbereiteter befunden, als eine solche Bestimmung erheischt. Das Ende der Reise nahete dann heran, wenn die Talentvolleren unter ihnen, durch den langen Anblick großer Naturscenen und durch häufige Versuche der Nachbildung, eben angefangen hatten eine gewisse technische Meisterschaft zu erlangen. Auch sind die sogenannten Weltumseglungen wenig geeignet den Künstler in ein eigentliches Waldland oder zu dem oberen Laufe großer Flüsse, und auf den Gipfel innerer Gebirgsketten zu führen.

Skizzen, in Angesicht der Naturscenen gemalt, können allein dazu leiten den Charakter ferner Weltgegenden, nach der Rückkehr, in ausgeführten Landschaften wiederzugeben; sie werden es um so vollkommner thun, als neben denselben der begeisterte Künstler zugleich eine große Zahl einzelner Studien von Baumgipfeln, wohlbelaubten, blüthenreichen, fruchtbehangenen Zweigen, von umgestürzten Stämmen, die mit Pothos und Orchideen bedeckt sind, von Felsen, Uferstücken und Theilen des Waldbodens nach der Natur in freier Luft gezeichnet oder gemalt hat. Der Besitz solcher, in recht bestimmten Umrissen entworfenen Studien kann dem Heimkehrenden alle *mißleitende* Hülfe von Treibhaus-Gewächsen und sogenannten botanischen Abbildungen entbehrlich machen.

Eine große Weltbegebenheit, die Unabhängigkeit des spanischen und portugiesischen Amerika's von europäischer Herrschaft, die zunehmende Cultur in Indien, Neu-Holland, den Sandwich-Inseln und den südlichen Colonien von Afrika werden unausbleiblich, nicht der Meteorologie und beschreibenden Naturkunde allein, sondern auch der Landschaftmalerei einen neuen, großartigen Charakter und einen Schwung geben, den sie ohne diese Local-

---

*) Diese Ansichten der Tropen-Vegetation, welche die *Physiognomik der Gewächse* charakterisiren, bilden in dem Königl. Museum zu Berlin (Abtheilung der Miniaturen, Handzeichnungen und Kupferstiche) einen Kunstschatz, der seiner Eigenthümlichkeit und malerischen Mannigfaltigkeit nach bisher mit keiner anderen Sammlung verglichen werden kann. Des Freiherrn von *Kittlitz* edirte Blätter führen den Titel: Vegetations-Ansichten der Küstenländer und Inseln des stillen Oceans, aufgenommen 1827—1829 auf der Entdeckungsreise der kais. russ. Corvette Senjäwin (Siegen 1844). Von einer großen Naturwahrheit zeugen auch die Zeichnungen von Carl *Bodmer*, welche, meisterhaft gestochen, eine Zierde des großen Reisewerkes des Prinzen *Maximilian zu Wied* in das Innere von Nordamerika sind.

verhältnisse nicht erreichen würden. In Südamerika liegen volkreiche Städte fast bis zu 13000 Fuß Höhe über der Meeresfläche. Von da hinab bieten sich dem Auge alle klimatischen Abstufungen der Pflanzenformen dar. Wie viel ist nicht von malerischen Studien der Natur zu erwarten, wenn, nach geendigtem Bürgerzwiste und hergestellten freien Verfassungen, endlich einmal Kunstsinn in jenen Hochländern erwacht!

Alles, was sich auf den Ausdruck der Leidenschaften, auf die Schönheit menschlicher Form bezieht, hat in der temperirten nördlichen Zone, unter dem griechischen und hesperischen Himmel, seine höchste Vollendung erreichen können; aus den Tiefen seines Gemüths wie aus der sinnlichen Anschauung des eigenen Geschlechts ruft, schöpferisch frei und nachbildend zugleich, der Künstler die Typen historischer Darstellungen hervor. Die Landschaftmalerei, welche eben so wenig bloß nachahmend ist, hat ein mehr materielles Substratum, ein mehr irdisches Treiben. Sie bedarf einer großen Masse und Mannigfaltigkeit unmittelbar sinnlicher Anschauung, die das Gemüth in sich aufnehmen und, durch eigene Kraft befruchtet, den Sinnen wie ein freies Kunstwerk wiedergeben soll. Der große Styl der heroischen Landschaft ist das Ergebniß einer tiefen Naturauffassung und jenes inneren geistigen Processes.

Allerdings ist die Natur in jedem Winkel der Erde ein Abglanz des Ganzen. Die Gestalten des Organismus wiederholen sich in anderen Verbindungen. Auch der eisige Norden erfreut sich Monate lang der krautbedeckten Erde, großblüthiger Alpenpflanzen und milder Himmelsbläue. Nur mit den einfacheren Gestalten der heimischen Floren vertraut, darum aber nicht ohne Tiefe des Gefühls und Fülle schöpferischer Einbildungskraft, hat bisher unter uns die Landschaftmalerei ihr anmuthiges Werk vollbracht. Bei dem Vaterländischen und dem Eingebürgerten des Pflanzenreichs verweilend, hat sie einen engeren Kreis durchlaufen; aber auch in diesem fanden hochbegabte Künstler, die Carracci, Gaspard Poussin, Claude Lorrain und Ruysdael Raum genug, um durch Wechsel der Baumgestalten und der Beleuchtung die glücklichsten und mannigfaltigsten Schöpfungen zauberisch hervorzurufen. Was die Kunst noch zu erwarten hat und worauf ich hindeuten mußte, um an den alten Bund des Naturwissens mit der Poesie und dem Kunstgefühl zu erinnern, wird den Ruhm jener Meisterwerke nicht schmälern; denn, wie wir schon oben bemerkt, in der Landschaftmalerei und in jedem anderen Zweige der Kunst ist zu unterscheiden zwischen dem, was beschränkterer Art die sinnliche Anschauung und die unmittelbare Beobachtung erzeugt, und dem, was Unbegrenztes aus der Tiefe der Empfindung und der Stärke idealisirender Geisteskraft aufsteigt. Das Großartige, was dieser schöpferischen Geisteskraft die Landschaftmalerei, als eine mehr oder minder begeisterte Naturdichtung, verdankt (ich erinnere hier an die Stufenfolge der Bauformen von Ruysdael und Everdingen durch Claude Lorrain bis zu Poussin und Hannibal Carracci hinauf), ist, wie der mit Phantasie begabte Mensch, etwas nicht an den Boden gefesseltes. Bei den großen Meistern der Kunst ist die örtliche Beschränkung nicht zu spüren; aber Erweiterung des sinnlichen Horizonts, Bekanntschaft mit edleren und größeren Naturformen, mit der üppigen Lebensfülle der Tropenwelt gewähren den Vortheil, daß sie nicht bloß auf die Bereicherung des materiellen Substrats der Landschaftmalerei, sondern auch dahin wirken bei minder begabten Künstlern die Empfindung lebendiger anzuregen und so die schaffende Kraft zu erhöhen.

Sei es mir erlaubt, hier an die Betrachtungen zu erinnern, welche ich fast vor einem halben Jahrhunderte in einer wenig gelesenen Abhandlung: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse*) mitgetheilt habe, Betrachtungen, die in dem innigsten Zusammenhange mit den eben behandelten Gegenständen stehen. Wer die Natur mit einem Blicke zu umfassen und von Localphänomenen zu abstrahiren weiß, der erkennt, wie mit

*) Humboldt, Ansichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 7, 16, 21, 36 und 42. Vergl. auch zwei sehr lehrreiche Schriften: Friedrich von Martius, Physiognomie des Pflanzenreiches in Brasilien 1824 und M. von Olfers, allgemeine Uebersicht von Brasilien in Feldner's Reisen 1828 Th. I. S. 18—23.

Zunahme der belebenden Wärme von den Polen zum Aequator hin ſich auch allmälig die organiſche Kraft und die Lebensfülle vermehren. Der Zauber der Natur nimmt in einem geringeren Maaße noch vom nördlichen Europa nach den ſchönen Küſtenländern des Mittelmeeres, als von der iberiſchen Halbinſel, von Süd-Italien und Griechenland gegen die Tropenwelt zu. Ungleich iſt der Teppich gewebt, den die blüthenreiche Flora über den nackten Erdkörper ausbreitet: dichter, wo die Sonne höher an dem dunkel-reinen oder von lichtem Gewölk umflorten Himmel emporſteigt; lockerer gegen den trüben Norden hin, wo der wiederkehrende Froſt bald die entwickelte Knoſpe tödtet, bald die reifende Frucht erhaſcht. Wenn in der kalten Zone die Baumrinde mit dürren Flechten oder mit Laubmooſen bedeckt iſt, ſo beleben, in der Zone der Palmen und der feingefiederten baumartigen Farren, Cymbidium und duftende Vanille den Stamm der Anacardien und rieſenmäßiger Ficus-Arten. Das friſche Grün der Dracontien und der tief eingeſchnittenen Pothosblätter contraſtirt mit den vielfarbigen Blüthen der Orchideen; rankende Bauhinien, Paſſifloren und gelbblühende Baniſterien umſchlingen, weit und hoch durch die Lüfte ſteigend, den Stamm der Waldbäume; zarte Blumen entfalten ſich aus den Wurzeln der Theobromen wie aus der dichten und rauhen Rinde der Creſcentien und der Guſtavia. Bei dieſer Fülle von Blüthen und Blättern, bei dieſem üppigen Wuchſe und der Verwirrung rankender Gewächſe wird es oft dem Naturforſcher ſchwer zu erkennen, welchem Stamme Blüthen und Blätter zugehören; ja ein einzelner Baum, mit Paullinien, Bignonien und Dendrobium geſchmückt, bietet eine Fülle von Pflanzen dar, die, von einander getrennt, einen beträchtlichen Flächenraum bedecken würden.

Aber jedem Erdſtrich ſind eigene Schönheiten vorbehalten: den Tropen Mannigfaltigkeit und erhabene Größe der Pflanzengeſtalten, dem Norden der Anblick der Wieſen und das periodiſche, langerſehnte Wiedererwachen der Natur beim erſten Wehen milder Frühlingslüfte. So wie in den Muſaceen (Piſanggewächſen) die höchſte Ausdehnung, ſo iſt in den Caſuarinen und in den Nadelhölzern die höchſte Zuſammenziehung der Blattgefäße. Tannen, Thuja und Cypreſſen bilden eine nordiſche Form, welche in den ebenen Gegenden der Tropen ſehr ſelten iſt. Ihr ewig friſches Grün erheitert die öde Winterlandſchaft; es verkündet gleichſam den nordiſchen Völkern, daß, wenn Schnee und Eis den Boden bedecken, das innere Leben der Pflanzen wie das prometheiſche Feuer nie auf unſerem Planeten erliſcht.

Jede Vegetationszone hat außer den ihr eigenen Vorzügen auch ihren eigenthümlichen Charakter, ruft andere Eindrücke in uns hervor. Wer fühlt ſich nicht, um an uns nahe vaterländiſche Pflanzenformen zu erinnern, anders geſtimmt in dem dunklen Schatten der Buchen, auf Hügeln, die mit einzelnen Tannen bekränzt ſind, und auf der weiten Grasflur, wo der Wind in dem zitternden Laube der Birken ſäuſelt? So wie man an einzelnen organiſchen Weſen eine beſtimmte Phyſiognomie erkennt, wie beſchreibende Botanik und Zoologie im engeren Sinne des Worts Zergliederung der Thier- und Pflanzenformen ſind, ſo giebt es auch eine gewiſſe Naturphyſiognomie, welche jedem Himmelsſtriche ausſchließlich zukommt. Was der Künſtler mit den Ausdrücken: Schweizernatur, italiäniſcher Himmel bezeichnet, gründet ſich auf das dunkle Gefühl eines localen Naturcharakters. Himmelsbläue, Wolkengeſtaltung, Duft, der auf der Ferne ruht, Saftfülle der Kräuter, Glanz des Laubes, Umriß der Berge ſind die Elemente, welche den Totaleindruck einer Gegend beſtimmen. Dieſen aufzufaſſen und anſchaulich wiederzugeben iſt die Aufgabe der Landſchaftmalerei. Dem Künſtler iſt es verliehen die Gruppen zu zergliedern, und unter ſeiner Hand löſt ſich (wenn ich den figürlichen Ausdruck wagen darf) das große Zauberbild der Natur, gleich den geſchriebenen Werken der Menſchen, in wenige einfache Züge auf.

Aber auch in dem jetzigen unvollkommenen Zuſtande bildlicher Darſtellungen der Landſchaft, die unſere Reiſeberichte als Kupfer begleiten, ja nur zu oft verunſtalten, haben ſie doch nicht wenig zur phyſiognomiſchen Kenntniß ferner Zonen, zu dem Hang nach Reiſen in die Tropenwelt und zu thätigerem Naturſtudium beigetragen. Die Vervollkommnung

der Landschaftmalerei in großen Dimensionen (als Decorationsmalerei, als Panorama, Diorama und Neorama) hat in neueren Zeiten zugleich die Allgemeinheit und die Stärke des Eindrucks vermehrt. Was Vitruvius und der Aegyptier Julius Pollux als „ländliche (satyrische) Verzierungen der Bühne" schildern, was in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts, durch Serlio's Coulissen-Einrichtungen, die Sinnestäuschung vermehrte, kann jetzt, seit Prevost's und Daguerre's Meisterwerken, in Parker'schen Rundgemälden, die Wanderung durch verschiedenartige Klimate fast ersetzen. Die Rundgemälde leisten mehr als die Bühnentechnik, weil der Beschauer, wie in einen magischen Kreis gebannt und aller störenden Realität entzogen, sich von der fremden Natur selbst umgeben wähnt. Sie lassen Erinnerungen zurück, die nach Jahren sich vor der Seele mit den wirklich gesehenen Naturscenen wundersam täuschend vermengen. Bisher sind Panoramen, welche nur wirken, wenn sie einen großen Durchmesser haben, mehr auf Ansichten von Städten und bewohnten Gegenden als auf solche Scenen angewendet worden, in denen die Natur in wilder Ueppigkeit und Lebensfülle prangt. Physiognomische Studien, an den schroffen Berggehängen des Himalaya und der Cordilleren oder in dem Inneren der indischen und südamerikanischen Flußwelt entworfen, ja durch Lichtbilder berechtigt, in denen nicht das Laubdach, aber die Form der Riesenstämme und der charakteristischen Verzweigung sich unübertrefflich darstellt, würden einen magischen Effect hervorbringen.

Alle diese Mittel, deren Aufzählung recht wesentlich in ein Buch vom Kosmos gehört, sind vorzüglich geeignet die Liebe zum Naturstudium zu erhöhen; ja die Kenntniß und das Gefühl von der erhabenen Größe der Schöpfung würden kräftig vermehrt werden, wenn man in großen Städten neben den Museen, und wie diese dem Volke frei geöffnet, eine Zahl von Rundgebäuden aufführte, welche wechselnd Landschaften aus verschiedenen geographischen Breiten und aus verschiedenen Höhezonen darstellten. Der Begriff eines Naturganzen, das Gefühl der Einheit und des harmonischen Einklanges im Kosmos werden um so lebendiger unter den Menschen, als sich die Mittel vervielfältigen die Gesammtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten.

III. Cultur von Tropengewächsen — Contrastirende Zusammenstellung der Pflanzengestalten — Eindruck des physiognomischen Charakters der Vegetation, so weit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können.

Die Wirkung der Landschaftmalerei ist, trotz der Vervielfältigung ihrer Erzeugnisse durch Kupferstiche und durch die neueste Vervollkommnung der Lithographie, doch beschränkter und minder anregend als der Eindruck, welchen der unmittelbare Anblick exotischer Pflanzengruppen in Gewächshäusern und freien Anlagen auf die für Naturschönheit empfänglichen Gemüther macht. Ich habe mich schon früher auf meine eigene Jugenderfahrung berufen; ich habe daran erinnert, wie der Anblick eines colossalen Drachenbaums und einer Fächerpalme in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin den ersten Keim unwiderstehlicher Sehnsucht nach fernen Reisen in mich gelegt hatte. Wer ernst in seinen Erinnerungen zu dem hinaufsteigen kann, was den ersten Anlaß zu einer ganzen Lebensbestimmung gab, wird diese Macht sinnlicher Eindrücke nicht verkennen.

Ich unterscheide hier den pittoresken Eindruck der Pflanzengestaltung von den Hülfsmitteln des anschaulichen botanischen Studiums; ich unterscheide Pflanzengruppen, die durch Größe und Masse sich auszeichnen (an einander gedrängte Gruppen von Pisang und Helleonien, abwechselnd mit Coryphа-Palmen, Araucarien und Mimosaceen; moosbedeckte Stämme, aus denen Dracontien, feinlaubige Farnkräuter und blüthenreiche Orchideen hervorsprossen), von der Fülle einzeln stehender niederer Kräuter, welche familienweise in Reihen zum Unterricht in der beschreibenden und systematischen Botanik cultivirt werden.

Dort ist die Betrachtung vorzugsweise geleitet auf die üppige Entwickelung der Vegetation in Cecropien, Carolineen und leichtgefiederten Bambusen; auf die malerische Zusammenstellung großer und edler Formen, wie sie den oberen Orinoco oder die von Martius und Eduard Pöppig so naturwahr beschriebenen Waldufer des Amazonenflusses und des Huallaga schmücken; auf die Eindrücke, welche das Gemüth mit Sehnsucht nach den Ländern erfüllen, in denen der Strom des Lebens reicher fließt und deren Herrlichkeit unsere Gewächshäuser (einst Krankenanstalten für halbbelebte gährende Pflanzenstoffe) in schwachem, doch freudigem Abglanze darbieten.

Der Landschaftmalerei ist es allerdings gegeben ein reicheres, vollständigeres Naturbild zu liefern, als die künstlichste Gruppirung cultivirter Gewächse es zu thun vermag. Die Landschaftmalerei gebietet zauberisch über Masse und Form. Fast unbeschränkt im Raume, verfolgt sie den Saum des Waldes bis in den Duft der Ferne; sie stürzt den Bergstrom herab von Klippe zu Klippe, und ergießt das tiefe Blau des tropischen Himmels über die Gipfel der Palmen wie über die wogende, den Horizont begrenzende Grasflur. Die Beleuchtung und die Färbung, welche das Licht des dünnverschleierten oder reinen Himmels unter den Wendekreisen über alle irdischen Gegenstände verbreitet, giebt der Landschaftmalerei, wenn es dem Pinsel gelingt, diesen milden Lichteffect nachzuahmen, eine eigenthümliche, geheimnißvolle Macht. Bei tiefer Kenntniß von dem Wesen des griechischen Trauerspiels hat man sinnig den Zauber des Chors in seiner allvermittelnden Wirkungsweise mit dem Himmel in der Landschaft verglichen*).

Die Vervielfältigung der Mittel, welche der Malerei zu Gebote steht, um die Phantasie anzuregen und die großartigsten Erscheinungen von Meer und Land gleichsam auf einen kleinen Raum zu concentriren, ist unseren Pflanzungen und Gartenanlagen versagt; aber wo in diesen der Totaleindruck des Landschaftlichen geringer ist, entschädigen sie im einzelnen durch die Herrschaft, welche überall die Wirklichkeit über die Sinne ausübt. Wenn man in dem Palmenhause von Loddiges oder in dem der Pfaueninsel bei Potsdam (einem Denkmal von dem einfachen Naturgefühl unseres edlen, hingeschiedenen Monarchen) von dem hohen Altane bei heller Mittagssonne auf die Fülle schilf- und baumartiger Palmen herabblickt, so ist man auf Augenblicke über die Oertlichkeit, in der man sich befindet, vollkommen getäuscht. Man glaubt unter dem Tropen-Klima selbst, von dem Gipfel eines Hügels herab, ein kleines Palmengebüsch zu sehen. Man entbehrt freilich den Anblick der tiefen Himmelsbläue, den Eindruck einer größeren Intensität des Lichtes; dennoch ist die Einbildungskraft hier noch thätiger, die Illusion größer als bei dem vollkommensten Gemälde. Man knüpft an jede Pflanzenform die Wunder einer fernen Welt; man vernimmt das Rauschen der fächerartigen Blätter, man sieht ihre wechselnd schwindende Erleuchtung, wenn von kleinen Luftströmen sanft bewegt, die Palmengipfel wogend einander berühren. So groß ist der Reiz, den die Wirklichkeit gewähren kann, wenn auch die Erinnerung an die künstliche Treibhaus-Pflege wiederum störend einwirkt. Vollkommenes Gedeihen und Freiheit sind unzertrennliche Ideen auch in der Natur; und für den eifrigen, vielgereisten Botaniker haben die getrockneten Pflanzen eines Herbariums, wenn sie auf den Cordilleren von Südamerika oder in den Ebenen Indiens gesammelt wurden, oft mehr Werth als der Anblick derselben Pflanzenart, wenn sie einem europäischen Gewächshause entnommen ist. Die Cultur verwischt etwas von dem ursprünglichen Naturcharakter: sie stört in der gefesselten Organisation die freie Entwickelung der Theile.

Die physiognomische Gestaltung der Gewächse und ihre contrastirende Zusammenstellung ist aber nicht bloß ein Gegenstand des Naturstudiums oder ein Anregungsmittel zu demselben; die Aufmerksamkeit, welche man der Pflanzenphysiognomik schenkt, ist auch von großer Wichtigkeit für die Landschaft-Gärtnerei, d. h. für die Kunst eine Garten-

*) Wilhelm von Humboldt in seinem Briefwechsel mit Schiller 1830 S. 470.

Landschaft zu componiren. Ich widerstehe der Versuchung, in dieses, freilich nahe gelegene Feld überzuschweifen, und begnüge mich hier nur in Erinnerung zu bringen, daß, wie wir bereits in dem Anfange dieser Abhandlung Gelegenheit fanden die häufigeren Ausbrüche eines tiefen Naturgefühls bei den semitischen, indischen und iranischen Völkern zu preisen, so uns auch die Geschichte die frühesten Parkanlagen im mittleren und südlichen Asien zeigt. Semiramis hatte am Fuß des Berges Bagistanos Gärten anlegen lassen, welche Diodor beschreibt*) und deren Ruf Alexander, auf seinem Zuge von Kelonä nach den Nysäischen Pferdeweiden, veranlaßte sich von dem geraden Wege zu entfernen. Die Parkanlagen der persischen Könige waren mit Cypressen geschmückt, deren obeliskenartige Gestalt an Feuerflammen erinnerte und die deshalb nach der Erscheinung des Zerduscht (Zoroaster) zuerst von Gutschtasp um das Heiligthum der Feuertempel gepflanzt wurden. So leitete die Baumform selbst auf die Mythe von dem Ursprunge der Cypresse aus dem Paradiese†). Die asiatischen irdischen Paradiese (παράδεισοι) hatten schon früh einen Ruf in den westlichen Ländern‡); ja der Baumdienst steigt bei den Iraniern bis zu den Vorschriften des Hom, des im Zend-Avesta angerufenen Verkünders des alten Gesetzes, hinauf. Man kennt aus Herodot die Freude, welche Xerxes noch an der großen Platane in Lydien hatte‖), die er mit goldenem Schmuck beschenkte und der er in der Person eines der „zehntausend Unsterblichen" einen eigenen Wächter gab. Die uralte Verehrung der Bäume hing, wegen des erquickenden und feuchten Schattens eines Laubdaches, mit dem Dienste der heiligen Quellen zusammen.

In einen solchen Kreis des ursprünglichen Naturdienstes gehören bei den hellenischen Völkern der Ruf des wundergroßen Palmbaums auf Delos wie der einer alten Platane in Arcadien. Die Buddhisten auf Ceylon verehren den colossalen indischen Feigenbaum (Banyane) von Anurahdepura. Es soll derselbe aus Zweigen des Urstammes entsprossen sein, unter welchem Buddha, als Bewohner des alten Magadha, in Seligkeit (Selbstverlöschung, nirwâna) versunken war¶). So wie einzelne Bäume wegen ihrer schönen Gestalt ein Gegenstand der Heiligung waren, so wurden es Gruppen von Bäumen als Haine der Götter. Pausanias ist voll des Lobes von einem Haine des Apollotempels zu Grynion in Aeolis**); der Hain von Kolonos wird in dem berühmten Chore des Sophokles gefeiert.

---

*) Diodor II, 13. Er giebt aber dem berühmten Garten der Semiramis nur 12 Stadien im Umkreise. Die Paßgegend des Bagistanos heißt noch der Bogen oder Umfang des Gartens, Tauk-i Bostan (Droysen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 353.)

†) Im Schahnameh des Firdusi heißt es: „Eine schlanke Cypresse, dem Paradiese entsprossen, pflanzte Zerduscht vor die Thür des Feuertempels (zu Kischmer in Chorasan). Geschrieben hatte er auf diese hohe Cypresse: Gutschtasp habe angenommen den guten Glauben; ein Zeuge ward somit der schlanke Baum; so verbreitet Gott die Gerechtigkeit. Als viele Jahre darüber verflossen waren, entfaltete sich die hohe Cypresse und ward so groß, daß des Jägers Fangschnur ihren Umfang nicht befaßte. Als ihren Gipfel vielfaches Gezweige umgab, umschloß er sie mit einem Pallast von reinem Golde .... und ließ ausbreiten in der Welt: wo auf Erden giebt es eine Cypresse wie die von Kischmer? Aus dem Paradiese sandte sie mir Gott und strach: neige dich von dort zum Paradiese." Als der Chalif Motewekkil die den Magiern heilige Cypresse abhauen ließ, gab man ihr ein Alter von 1450 Jahren.) Vergl. Vullers, Fragmente über die Religion des Zerduscht 1831 S. 71 und 114; Ritter, Erdkunde Th. VI. 1. S. 242. Die ursprüngliche Heimath der Cypresse (arab. Arzrholi, persisch serw kohi) scheinen die Gebirge am Busch westlich von Herat zu sein; s. Elrisi, Géogr. trad. par. Jaubert 1836 T. I. p. 464.

‡) Achill Tat. I, 25; Longus Past. IV p. 108 Schäfer. „Gesenius Thes. linguae hebr. T. II. p. 1124) stellt sehr richtig die Ansicht auf, daß das Wort Paradies ursprünglich der alt-persischen Sprache angehört habe; in der neu-persischen Sprache ist sein Gebrauch verloren gegangen. Firdusi (obgleich sein Name selbst daher genommen) bedient sich gewöhnlich nur des Wortes behischt; aber für den alt-persischen Ursprung zeugen sehr ausdrücklich Pollux im Onomast. IX, 3 und Xenophon, Oecon. 4, 13 und 21; Anab. I. 2, 7 und I. 4, 10; Cyrop. I. 4, 5. Als Lustgarten oder Garten ist wahrscheinlich aus dem Persischen das Wort in das Hebräische (pardês Cant. 4, 13; Nehem. 2, 8 und Eccl. 2, 5), Arabische (firdaus, Plur. farâdîsu, vergl. Alcoran 23, 11 und Luc. 23, 43), Syrische und Armenische (partês, s. Ciakciak, Dizionario armeno 1837 p. 1194 und Schröder, Thes. ling. armen. 1711 praef. p. 56) übergegangen. Die Ableitung des persischen Wortes aus dem Sanskrit (pradêsa oder paradêsa, Bezirk, Gegend oder Ausland), welche Benfey (Griech. Wurzel-Lexikon Bd. I. 1839 S. 138), Bohlen und Gesenius auch schon anführen, trifft der Form nach vollkommen, der Bedeutung nach aber wenig zu." — Buschmann.

‖) Herod. VII, 31 (zwischen Kallatebus und Sardes).

¶) Ritter, Erdkunde Th. IV, 2. S. 237, 251 und 681; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 260.

**) Pausanias I. 21, 9. Vergl. auch Arboretum sacrum in Meursii Opp. ex recensione Joann. Lami Vol. X (Florent. 1753) p. 777—844.

Wie nun das Naturgefühl sich in der Auswahl und sorgfältigen Pflege geheiligter Gegenstände des Pflanzenreichs aussprach, so offenbarte es sich noch lebendiger und mannigfaltiger in den Gartenanlagen früh cultivirter ostasiatischer Völker. In dem fernsten Theile des alten Continents scheinen die chinesischen Gärten sich am meisten dem genähert zu haben, was wir jetzt englische Parks zu nennen pflegen. Unter der siegreichen Dynastie der Han hatten freie Gartenanlagen so viele Meilen im Umfange, daß der Ackerbau durch sie gefährdet*) und das Volk zum Aufruhr angeregt wurde. „Was sucht man," sagt ein alter chinesischer Schriftsteller, Lieu-tscheu, „in der Freude an einem Lustgarten? In allen Jahrhunderten ist man darin übereingekommen, daß die Pflanzung den Menschen für alles Anmuthige entschädigen soll, was ihm die Entfernung von dem Leben in der freien Natur, seinem eigentlichen und liebsten Aufenthalte, entzieht. Die Kunst den Garten anzulegen besteht also in dem Bestreben Heiterkeit (der Aussicht), Ueppigkeit des Wachsthums, Schatten, Einsamkeit und Ruhe so zu vereinigen, daß durch den ländlichen Anblick die Sinne getäuscht werden. Die Mannigfaltigkeit, welche der Hauptvorzug der freien Landschaft ist, muß also gesucht werden in der Auswahl des Bodens, in dem Wechsel von Hügelketten und Thalschluchten, von Bächen und Seen, die mit Wasserpflanzen bedeckt sind. Alle Symmetrie ist ermüdend; Ueberdruß und Langeweile werden in Gärten erzeugt, in welchen jede Anlage Zwang und Kunst verräth†)." Eine Beschreibung, welche uns Sir George Staunton von dem großen kaiserlichen Garten von Zhe-hol‡) nördlich von der chinesischen Mauer gegeben hat, entspricht jenen Vorschriften des Lieu-tscheu: Vorschriften, denen einer unserer geistreichen Zeitgenossen, der Schöpfer des anmuthigen Parks von Muskau||), seinen Beifall nicht versagen wird.

In dem großen beschreibenden Gedichte, in welchem der Kaiser Kien-long um die Mitte des verflossenen Jahrhunderts die ehemalige mandschuische Residenzstadt Mukden und die Gräber seiner Vorfahren verherrlichen wollte, spricht sich ebenfalls die innigste Liebe zu einer freien, durch die Kunst nur sehr theilweise verschönerten Natur aus. Der poetische Herrscher weiß in gestaltender Anschaulichkeit zu verschmelzen die heiteren Bilder von der üppigen Frische der Wiesen, von waldbekränzten Hügeln und friedlichen Menschenwohnungen mit dem ernsten Bilde der Grabstätte seiner Ahnherrn. Die Opfer, welche er diesen bringt, nach den von Confucius vorgeschriebenen Riten, die fromme Erinnerung an die hingeschiedenen Monarchen und Krieger sind der eigentliche Zweck dieser merkwürdigen Dichtung. Eine lange Aufzählung der wildwachsenden Pflanzen, wie der Thiere, welche die Gegend beleben, ist, wie alles didactische, ermüdend; aber das Verweben des sinnlichen Eindrucks von der Landschaft, die gleichsam nur als Hintergrund des Gemäldes dient, mit erhabenen Objecten der Ideenwelt, mit der Erfüllung religiöser Pflichten, mit Erwähnung großer geschichtlicher Ereignisse giebt der ganzen Composition einen eigenthümlichen Charakter. Die bei dem chinesischen Volke so tief eingewurzelte Heiligung der Berge führt Kienlong zu sorgfältigen Schilderungen der Physiognomik der unbelebten Natur, für welche die Griechen und Römer keinen Sinn hatten. Auch die Gestaltung der einzelnen Bäume, die Art ihrer Verzweigung, die Richtung der Aeste, die Form ihres Laubes werden mit besonderer Vorliebe behandelt¶).

Wenn ich der, leider! zu langsam unter uns verschwindenden Abneigung gegen die chinesische Literatur nicht nachgebe und bei den Naturansichten eines Zeitgenossen Friedrichs

---

*) Notice historique sur les Jardins des Chinois in den Mémoires concernant les Chinois T. VIII. p. 309.

†) A. a. O. p. 318—320.

‡) Sir George Staunton, Account of the Embassy of the Earl of Macartney to China Vol. II. p. 245.

||) Fürst von Pückler-Muskau, Andeutungen über Landschaftsgärtnerei 1834; vergl. damit seine malerischen Beschreibungen der alten und neuen englischen Parks wie die der ägyptischen Gärten von Schubra.

¶) Eloge de la Ville de Moukden, poëme composé par l'Empereur Kien-long, traduit par le P. Amiot 1770 p. 18, 22—25, 37, 63—86, 73—87, 104 und 120.

des Großen nur zu lange verweilt bin, so ist es hier um so mehr meine Pflicht sieben und ein halbes Jahrhundert weiter hinaufzusteigen und an das Gartengedicht des See-ma-kuang, eines berühmten Staatsmannes, zu erinnern. Die Anlagen, welche das Gedicht beschreibt, sind freilich theilweise voller Baulichkeiten, nach Art der alten italischen Villen; aber der Minister besingt auch eine Einsiedelei, die zwischen Felsen liegt und von hohen Tannen umgeben ist. Er lobt die freie Aussicht auf den breiten, vielbeschifften Strom Kiang; er fürchtet selbst die Freunde nicht, wenn sie kommen, ihm ihre Gedichte vorzulesen weil sie auch die seinigen anhören *). See-ma-kuang schrieb um das Jahr 1086, als in Deutschland die Poesie, in den Händen einer rohen Geistlichkeit, nicht einmal in der vaterländischen Sprache auftrat.

Damals, und vielleicht ein halbes Jahrtausend früher, waren die Bewohner von China, Hinterindien und Japan schon mit einer großen Mannigfaltigkeit von Pflanzenformen bekannt. Der innige Zusammenhang, welcher sich zwischen den buddhistischen Mönchsanstalten erhielt, übte auch in diesem Punkte seinen Einfluß aus. Tempel, Klöster und Begräbnißplätze wurden von Gartenanlagen umgeben, welche mit ausländischen Bäumen und einem Teppich vielfarbiger, vielgestalteter Blumen geschmückt waren. Indische Pflanzen wurden früh schon nach China, Korea und Nipon verbreitet. Siebold, dessen Schriften einen weitumfassenden Ueberblick aller japanischen Verhältnisse liefern, hat zuerst auf die Ursach einer Vermischung der Floren entlegener buddhistischer Länder aufmerksam gemacht †).

Der Reichthum von charakteristischen Pflanzenformen, welche unsere Zeit der wissenschaftlichen Beobachtung wie der Landschaftmalerei darbietet, muß lebhaft anreizen den Quellen nachzuspüren, welche uns diese Erkenntniß und diesen Naturgenuß bereiten. Die Aufzählung dieser Quellen bleibt der nächstfolgenden Abtheilung dieses Werkes, der Geschichte der Weltanschauung, vorbehalten. Hier kam es darauf an in dem Reflex der Außenwelt auf das Innere des Menschen, auf seine geistige Thätigkeit und seine Empfindungsweise die Anregungsmittel zu schildern, welche bei fortschreitender Cultur so mächtig auf die Belebung des Naturstudiums eingewirkt haben. Die urtiefe Kraft der Organisation fesselt, trotz einer gewissen Freiwilligkeit im Entfalten einzelner Theile, alle thierische und vegetabilische Gestaltung an feste, ewig wiederkehrende Typen; sie bestimmt in jeder Zone den ihr eingeprägten, eigenthümlichen Charakter, d. i. die Physiognomik der Natur. Deshalb gehört es unter die schönsten Früchte europäischer Völkerbildung, daß es dem Menschen möglich geworden, sich fast überall, wo ihn schmerzliche Entbehrung bedroht, durch Cultur und Gruppirung exotischer Gewächse, durch den Zauber der Landschaftmalerei und durch die Kraft des begeisterten Wortes einen Theil des Naturgenusses zu verschaffen, den auf fernen, oft gefahrvollen Reisen durch das Innere der Continente die wirkliche Anschauung gewährt.

---

*) Mémoires concernant les Chinois T. II. p. 643—650.

†) Ph. Fr. von Siebold, Kruidkundige Naamlijst van japansche en chineesche Planten 1844 p. 4. Welch ein Abstand, wenn man die Mannigfaltigkeit der in Ost-Asien seit so vielen Jahrhunderten cultivirten Pflanzenformen mit dem Material vergleicht, das Columella in seinem nüchternen Gedichte de cultu hortorum (v. 95—105, 174—176, 255—271, 295—306) aufzählt und auf welches zu Athen die berühmtesten Kranzwinderinnen beschränkt waren! Erst unter den Ptolemäern scheint in Aegypten, besonders in Alexandrien, das Bestreben nach Mannigfaltigkeit und Winter-Cultur bei den Kunstgärtnern größer geworden zu sein. (Vergl. Athen. V p. 196.)

Geschichte der physischen Weltanschauung.

Hauptmomente der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung ist die Geschichte der Erkenntniß eines Naturganzen, die Darstellung des Strebens der Menschheit, das Zusammenwirken der Kräfte in dem Erd- und Himmelsraume zu begreifen; sie bezeichnet demnach die Epochen des Fortschrittes in der Verallgemeinerung der Ansichten, sie ist ein Theil der Geschichte unserer Gedankenwelt, in so fern dieser Theil sich auf die Gegenstände sinnlicher Erscheinung, auf die Gestaltung der geballten Materie und die ihr inwohnenden Kräfte bezieht.

In dem ersten Buche dieses Werkes, in dem Abschnitt über die Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung, glaube ich deutlich entwickelt zu haben, wie die einzelnen Naturwissenschaften sich zur Weltbeschreibung, d. h. zur Lehre vom Kosmos (vom Weltganzen), verhalten, wie diese Lehre aus jenen Disciplinen nur die Materialien zu ihrer wissenschaftlichen Begründung schöpfe*). Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen, zu welcher ich hier die leitenden Ideen darlege und welche ich der Kürze wegen bald Geschichte des Kosmos, bald Geschichte der physischen Weltanschauung nenne, darf also nicht verwechselt werden mit der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie mehrere unserer vorzüglichsten Lehrbücher der Physik oder die der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern.

Um Rechenschaft von der Bedeutung dessen zu geben, was hier unter den Gesichtspunkt einzelner historischer Momente zusammenzustellen ist, scheint es am geeignetsten beispielsweise aufzuführen, was nach dem Zweck dieser Blätter behandelt oder ausgeschlossen werden muß. In die Geschichte des Naturganzen gehören die Entdeckungen des zusammengesetzten Microscops, des Fernrohrs und der farbigen Polarisation: weil sie Mittel verschafft haben das, was allen Organismen gemeinsam ist, aufzufinden, in die fernsten Himmelsräume zu dringen und das erborgte, reflectirte Licht von dem selbstleuchtender Körper zu unterscheiden, d. i. zu bestimmen, ob das Sonnenlicht aus einer festen Masse oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausstrahle. Die Aufzählung der Versuche aber, welche seit Huygens allmälig auf Arago's Entdeckung der farbigen Polarisation geleitet haben, werden der Geschichte der Optik vorbehalten. Eben so verbleibt der Geschichte der Phytognosie oder Botanik die Entwickelung der Grundsätze, nach denen die Masse vielgestalteter Gewächse sich in Familien an einander reihen läßt: während die Geographie der Pflanzen, oder die Einsicht in die örtliche und klimatische Vertheilung der Vegetation über den ganzen Erdkörper, über die Feste und das algenreiche Becken der Meere, einen wichtigen Abschnitt in der Geschichte der physischen Weltanschauung ausmacht.

Die denkende Betrachtung dessen, was die Menschen zur Einsicht eines Naturganzen geführt hat, ist eben so wenig die ganze Culturgeschichte der Menschheit als sie, wie wir eben erinnert haben, eine Geschichte der Naturwissenschaften genannt werden kann. Allerdings ist die Einsicht in den Zusammenhang der lebendigen Kräfte des Weltalls als die edelste Frucht der menschlichen Cultur, als das Streben nach dem höchsten Gipfel, welchen die Vervollkommnung und Ausbildung der Intelligenz erreichen kann, zu

*) Kosmos Buch I. S. 25—28.

ten; aber das, wovon wir hier Andeutungen geben, ist nur ein Theil der Cultur-
hte selbst. Diese umfaßt gleichzeitig, was den Fortschritt der einzelnen Völker nach
Richtungen erhöhter Geistesbildung und Sittlichkeit bezeichnet. Wir gewinnen nach
eingeschränkteren physikalischen Gesichtspunkte der Geschichte des menschlichen Wis-
ur eine Seite ab; wir heften vorzugsweise den Blick auf das Verhältniß des allmälig
nreten zum Naturganzen; wir beharren minder bei der Erweiterung der einzelnen
linen als bei Resultaten, welche einer Verallgemeinerung fähig sind oder kräftige
elle Hülfsmittel zu genauerer Beobachtung der Natur in verschiedenen Zeitaltern ge-
haben.

allem müssen sorgfältig ein frühes Ahnden und ein wirkliches Wissen scharf
nander getrennt werden. Mit der zunehmenden Cultur des Menschengeschlechts geht
m ersten vieles in das zweite über und ein solcher Uebergang verdunkelt die Geschichte
findungen. Eine sinnige, ideelle Verknüpfung des früher Ergründeten leitet oft fast
ußt das Ahndungsvermögen und erhöht dasselbe wie durch eine begeistigende Kraft.
anches ist bei Indern und Griechen, wie manches im Mittelalter über den Zusammen-
von Naturerscheinungen ausgesprochen worden, erst unerwiesen und mit dem Unbe-
tsten vermengt, aber in späterer Zeit auf sichere Erfahrung gestützt und dann wissen-
ch erkannt! Die ahndende Phantasie, die allbelebende Thätigkeit des Geistes, welche
to, in Columbus, in Kepler gewirkt hat, darf nicht angeklagt werden, als habe sie im
ebiet der Wissenschaft nichts geschaffen, als müsse sie nothwendig ihrem Wesen nach
r Ergründung des Wirklichen abziehen.

wir die Geschichte der physischen Weltanschauung als die Geschichte
rkenntniß eines Naturganzen, gleichsam als die Geschichte des Gedankens
r Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Welt-
finirt haben, so kann die Behandlungsweise dieser Geschichte nur in der Auf-
g dessen bestehen, wodurch der Begriff von der Einheit der Erscheinungen sich all-
ausgebildet hat. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht: 1) das selbstständige Streben
rnunft nach Erkenntniß von Naturgesetzen, also eine denkende Betrachtung der Na-
heinungen; 2) die Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung
ert haben; 3) die Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung, gleichsam die
ung neuer Organe, welche den Menschen mit den irdischen Gegenständen wie mit
rnsten Welträumen in näheren Verkehr bringen, welche die Beobachtung schärfen
rvielfältigen. Dieser dreifache Gesichtspunkt muß uns leiten, wenn wir die Haupt-
n (Hauptmomente) bestimmen, welche die Geschichte der Lehre vom Kosmos zu
aufen hat. Um das Gesagte zu erläutern, wollen wir hier wiederum solche Beispiele
ren, welche die Verschiedenheit der Mittel charakterisiren, durch welche die Menschheit
ig zum intellectuellen Besitz von einem großen Theile der Welt gelangt ist: Beispiele
weiterter Naturkenntniß, von großen Begebenheiten und von der Erfin-
neuer Organe.

Kenntniß der Natur, als älteste Physik der Hellenen, war mehr aus inneren
auungen, aus der Tiefe des Gemüths als aus der Wahrnehmung der Erscheinungen
pft. Die Naturphilosophie der ionischen Physiologen ist auf den Urgrund des
hens, auf den Formenwechsel eines einigen Grundstoffes gerichtet; in der mathema-
Symbolik der Pythagoreer, in ihren Betrachtungen über Zahl und Gestalt
art sich dagegen eine Philosophie des Maaßes und der Harmonie. Indem die
ch-italische Schule überall numerische Elemente sucht, hat sie von dieser Seite,
eine gewisse Vorliebe für die Zahlenverhältnisse, die sie im Raum und in der Zeit
t, gleichsam den Grund zur späteren Ausbildung unserer Erfahrungswissenschaften
. Die Geschichte der Weltanschauung, wie ich sie auffasse, bezeichnet nicht
die oft wiederkehrenden Schwankungen zwischen Wahrheit und Irrthum, als die

…lker*). Die griechische Sprache erscheint in Inner-Asien …trischen Reiches als eine Trägerin des Wissens, das ein volles …bischem Wissen gemischt, durch die Araber in den äußersten Westen …cht wird. Die altindische und malayische Sprache haben in der …en Asiens wie an der Ostküste von Afrika und auf Madagascar den …erverkehr befördert, ja wahrscheinlich, durch die Nachrichten von den …ationen der Banianen, das kühne Unternehmen von Vasco de Gama …chend gewordene Sprachen, die leider den verdrängten Idiomen einen …ng bereiten, haben wie das Christenthum und wie der Buddhismus wohl…nigung der Menschheit beigetragen.

…n unter einander und als Objecte der Naturkunde des Geistes betrach… Analogie ihres inneren Baues in Familien gesondert, sind die Sprachen (und …eines der glänzendsten Ergebnisse der Studien neuerer Zeit, der letztverflossenen …bis siebzig Jahre) eine reiche Quelle des historischen Wissens geworden. Eben weil …Product der geistigen Kraft des Menschen sind, führen sie uns mittelst der Grund…ihres Organismus in eine dunkle Ferne, in eine solche, zu welcher keine Tradition …aufreicht. Das vergleichende Sprachstudium zeigt, wie durch große Länderstrecken ge… …Völkerstämme mit einander verwandt und aus einem gemeinschaftlichen Urſitze aus… …den sind; es offenbart den Weg und die Richtung alter Wanderungen; es erkennt, …Entwickelungsmoment nachspürend, in der mehr oder minder veränderten Sprachge…lung, in der Permanenz gewisser Formen oder in der bereits fortgeschrittenen Zertrüm…rung und Auflösung des Formensystems, welcher Volksstamm der einst im gemeinsamen …sitze üblichen, gemeinsamen Sprache näher geblieben ist. Zu dieser Art der Unter…chungen über die ersten alterthümlichen Sprachzustände, in denen das Menschengeschlecht …eigentlichsten Sinne des Worts als ein lebendiges Naturganze betrachtet wird, giebt die …ge Kette der indogermanischen Sprachen, vom Ganges bis zum iberischen Westende von …Europa, von Sicilien bis zum Nordcap, vielfachen Anlaß. Dieselbe historische Sprachver…gleichung leitet auch auf das Vaterland gewisser Erzeugnisse, welche seit den ältesten Zeiten …wichtige Gegenstände des Tauschhandels gewesen sind. Die Sanskritnamen ächt indischer …Producte, die von Reiß, Baumwolle, Narde und Zucker, finden wir in die griechische und …theilweise sogar in die semitische Sprachen übergegangen †).

Nach den hier angedeuteten und durch Beispiele erläuterten Betrachtungen erscheint die …vergleichende Sprachkunde als ein wichtiges rationelles Hülfsmittel, um durch wissenschaft…liche, ächt philologische Untersuchungen zu einer Verallgemeinerung der Ansichten über die …Verwandtschaft des Menschengeschlechts und seine muthmaßlich von mehreren Punkten aus…gehenden Verbreitungsstrahlen zu gelangen. Die rationellen Hülfsmittel der …sich allmälig entwickelnden Lehre vom Kosmos sind demnach sehr verschiedener Art: Erfor…schung des Sprachbaues, Entzifferung alter Schriftzüge und historischer Monumente in

---

*) Niebuhr, röm. Geschichte Th. I. S. 69; Droy…sen, Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensy…stems 1843 S. 31—34, 567—573; Fried. Cramer, de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contu…lerint linguas 1844 p. 2—13.

†) Im Sanskrit Reiß vrihi, Baumwolle karpâsa, Zucker sarkara, Narde nanartha; s. Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 245, 250, 270, 289 und 558. Ueber sarkara und kanda, wovon unser Zuckerkand, s. meine Prolegomena de distributione geographica plantarum 1817 p. 211: „Confudisse videntur veteres saccharum verum cum Tabaschiro Bambusae, tum quia utraque in arundinibus inveniuntur, tum etiam quia vox sanscrudana *scharkara*, quae hodie (ut pers. *schakar* et hindost. *schuker*) pro saccharo nostro adhibetur, observante Bopp…io, ex auctoritate Amarasinhae, proprie nil dulce (*madu*) significat, sed quicquid lapidosum et arenaceum est, ac vel calculum vesicae. Verisimile igitur, vocem *scharkara* initio dumtaxat tabaschirum (*saccar mombu*) indicasse, posterius in saccharum nostrum humilioris arundinis (*ikschu, kandekschu, kanda*) ex similitudine aspectus translatam esse. Vox Bambusae ex *mambu* derivatur; ex *kanda* nostratium voces *candis, zuckerkand*. In *tebaschiro* agnoscitur Persarum *schir*, h. e. lac, sanscr. *kschiram*." Der Sanscritname für tabaschir ist (Lassen Bd. I. S. 271—274 tvakkschîrâ, Rindemilch, Milch aus der Rinde (tvatsch). Vergl. auch Pott, Kurdische Studien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. VII S. 163—166, die meisterhafte Abhandlung von Carl Ritter in seiner Erdkunde von Asien Bd. VI, 2. S. 232—237.

Hauptmomente der allmäligen Annäherungen an die Wahrheit, an die richtige Ansicht der irdischen Kräfte und des Planetensystems. Sie zeigt uns, wie die Pythagoreer, nach dem Berichte des Philolaus aus Croton, die fortschreitende Bewegung der nicht rotirenden Erde, ihren Kreislauf um den Weltheerd (das Centralfeuer, Hestia) lehrten: wenn Plato und Aristoteles sich die Erde weder als rotirend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Mittelpunkt schwebend vorstellten. Hicetas von Syracus, der mindestens älter als Theophrast ist, Heraclides Ponticus und Ecphantus kannten die Achsendrehung der Erde; aber nur Aristarch von Samos und besonders Seleucus der Babylonier, anderthalb Jahrhunderte nach Alexander, wußten, daß die Erde nicht bloß rotire, sondern sich zugleich auch um die Sonne, als das Centrum des ganzen Planetensystems, bewege. Kehrte auch in den dunkeln Zeiten des Mittelalters durch christlichen Fanatismus und den herrschend bleibenden Einfluß des Ptolemäischen Systemes der Glaube an die Unbeweglichkeit der Erde zurück, wurde auch ihre Gestalt bei dem alexandrinischen Cosmas Indicopleustes wieder die Scheibe des Thales, so hatte dagegen ein deutscher Cardinal, Nicolaus de Cus, zuerst die Geistesfreiheit und den Muth, fast hundert Jahre vor Copernicus, unserem Planeten zugleich wieder die Achsendrehung und die fortschreitende Bewegung zuzuschreiben. Nach Copernicus war Tycho's Lehre allerdings ein Rückschritt, aber ein Rückschritt von kurzer Dauer. Sobald eine große Masse genauer Beobachtungen, zu der Tycho selbst reichlich beigetragen, angesammelt war, konnte die richtige Ansicht des Weltbaues nicht auf lange verdrängt bleiben. Wir haben hier gezeigt, wie die Periode der Schwankungen vorzüglich die der Ahndungen und naturphilosophischen Phantasien gewesen ist.

Nach der vervollkommneten Kenntniß der Natur, als einer gleichzeitigen Folge unmittelbarer Beobachtung ideeller Combinationen, haben wir oben der Aufzählung großer Begebenheiten gedacht, d. i. solcher, durch welche der Horizont der Weltanschauung räumlich erweitert wurde. Zu diesen Begebenheiten gehören Völkerwanderungen, Schifffahrt und Heerzüge. Sie haben von der natürlichen Beschaffenheit der Erdoberfläche (Gestaltung der Continente, Richtung der Gebirgsjoche, relativen Anschwellung der Hochebenen) Kunde verschafft, ja in weiten Länderstrecken Material zur Ergründung allgemeiner Naturgesetze dargeboten. Es bedarf bei diesen historischen Betrachtungen nicht der Darstellung eines zusammenhangenden Gewebes von Begebenheiten. Für die Geschichte der Erkenntniß des Naturganzen ist es hinlänglich in jeder Epoche nur an solche Begebenheiten zu erinnern, welche einen entschiedenen Einfluß auf die geistigen Bestrebungen der Menschheit und auf eine erweiterte Weltansicht auszuüben vermochten. In dieser Hinsicht sind von großer Wichtigkeit gewesen für die Völker, die um das Becken des Mittelmeeres angesiedelt waren, die Fahrt des Coläus von Samos jenseits der Hercules-Säulen, der Zug Alexanders nach Vorder-Indien, die Weltherrschaft der Römer, die Verbreitung arabischer Cultur, die Entdeckung des Neuen Continents. Wir verweilen nicht sowohl bei der Erzählung von etwas Geschehenem als bei der Bezeichnung der Wirkung, welche das Geschehene, d. i. die Begebenheit, — sei sie eine Entdeckungsreise, oder das Herrschend-Werden einer hochausgebildeten, literaturreichen Sprache, oder die plötzlich verbreitete Kenntniß der indo-afrikanischen Monsune —, auf die Entwickelung der Idee des Kosmos ausgeübt hat.

Wenn ich bei der Aufzählung so heterogener Anregungen schon beispielsweise der Sprachen erwähne, so will ich hier im allgemeinen auf ihre unermeßliche Wichtigkeit in zwei ganz verschiedenen Richtungen aufmerksam machen. Die Sprachen wirken einzeln durch große Verbreitung als Communicationsmittel zwischen weit von einander getrennten Völkerstämmen; sie wirken, mit einander verglichen, durch die erlangte Einsicht in ihren inneren Organismus und ihre Verwandtschaftsgrade, auf das tiefere Studium der Geschichte der Menschheit. Die griechische Sprache und die mit derselben so innigst verknüpfte Nationalität der Griechen (das Griechenleben) haben eine zauberische Gewalt geübt über alle

Fremde von ihnen berührte Völker *). Die griechische Sprache erscheint in Inner-Asien durch den Einfluß des bactrischen Reiches als eine Trägerin des Wissens, das ein volles Jahrtausend später, mit indischem Wissen gemischt, durch die Araber in den äußersten Westen von Europa zurückgebracht wird. Die altindische und malayische Sprache haben in der Inselwelt des südöstlichen Asiens wie an der Ostküste von Afrika und auf Madagascar den Handel und den Völkerverkehr befördert, ja wahrscheinlich, durch die Nachrichten von den indischen Handelsstationen der Banianen, das kühne Unternehmen von Vasco de Gama veranlaßt. Herrschend gewordene Sprachen, die leider den verdrängten Idiomen einen frühen Untergang bereiten, haben wie das Christenthum und wie der Buddhismus wohlthätig zur Einigung der Menschheit beigetragen.

Verglichen unter einander und als Objecte der Naturkunde des Geistes betrachtet, nach der Analogie ihres inneren Baues in Familien gesondert, sind die Sprachen (und dieses ist eines der glänzendsten Ergebnisse der Studien neuerer Zeit, der letztverflossenen sechzig bis siebzig Jahre) eine reiche Quelle des historischen Wissens geworden. Eben weil sie das Product der geistigen Kraft des Menschen sind, führen sie uns mittelst der Grundzüge ihres Organismus in eine dunkle Ferne, in eine solche, zu welcher keine Tradition hinaufreicht. Das vergleichende Sprachstudium zeigt, wie durch große Länderstrecken getrennte Völkerstämme mit einander verwandt und aus einem gemeinschaftlichen Ursitze ausgezogen sind; es offenbart den Weg und die Richtung alter Wanderungen; es erkennt, den Entwickelungsmoment nachspürend, in der mehr oder minder veränderten Sprachgestaltung, in der Permanenz gewisser Formen oder in der bereits fortgeschrittenen Zertrümmerung und Auflösung des Formensystems, welcher Volksstamm der einst im gemeinsamen Wohnsitze üblichen, gemeinsamen Sprache näher geblieben ist. Zu dieser Art der Untersuchungen über die ersten alterthümlichen Sprachzustände, in denen das Menschengeschlecht im eigentlichsten Sinne des Worts als ein lebendiges Naturganze betrachtet wird, giebt die lange Kette der indogermanischen Sprachen, vom Ganges bis zum iberischen Westende von Europa, von Sicilien bis zum Nordcap, vielfachen Anlaß. Dieselbe historische Sprachvergleichung leitet auch auf das Vaterland gewisser Erzeugnisse, welche seit den ältesten Zeiten wichtige Gegenstände des Tauschhandels gewesen sind. Die Sanskritnamen ächt indischer Producte, die von Reiß, Baumwolle, Narde und Zucker, finden wir in die griechische und theilweise sogar in die semitische Sprachen übergegangen †).

Nach den hier angedeuteten und durch Beispiele erläuterten Betrachtungen erscheint die vergleichende Sprachkunde als ein wichtiges rationelles Hülfsmittel, um durch wissenschaftliche, ächt philologische Untersuchungen zu einer Verallgemeinerung der Ansichten über die Verwandtschaft des Menschengeschlechts und seine muthmaßlich von mehreren Punkten ausgehenden Verbreitungsstrahlen zu gelangen. Die rationellen Hülfsmittel der sich allmälig entwickelnden Lehre vom Kosmos sind demnach sehr verschiedener Art: Erforschung des Sprachbaues, Entzifferung alter Schriftzüge und historischer Monumente in

*) Niebuhr, röm. Geschichte Th. I. S. 69; Droysen, Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensystems 1843 S. 31—34, 567—573; Fried. Cramer, de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 2—13.

†) Im Sanskrit Reiß vrihi, Baumwolle karpâsa, Zucker sarkara, Narde nanarthia; s. Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 245, 250, 270, 289 und 538. Ueber sarkara und kanda, wovon unser Zuckerkand, s. meine Prolegomena de distributione geographica plantarum 1817 p. 211: „Confudisse videntur veteres saccharum verum cum Tabaschiro Bambusae, tum quia utraque in arundinibus invenitur, tum etiam quia vox sanscrudana *scharkara*, quae hodie (ut pers. *schakar* et hindost. *schukar*) pro saccharo nostro adhibetur, observante Boppio, ex succedanea Amarasinhae, proprie nil dulce (*madu*) significat, sed quicquid lapidosum et arenaceum est, ac vel calculum vesicae. Verisimile igitur, vocem *scharkara* initio dumtaxat tabaschirum (*saccar mombu*) indicasse, posterius in saccharum nostrum humilioris arundinis (*ikschu, kandekschu, kanda*) ex similitudine aspectus translatam esse. Vox Bambusae ex *mambu* derivatur; ex *kanda* nostratium voces *candis, zuckerkand*. In *tabaschiro* agnoscitur Persarum *schîr*, h. e. lac, sanscr. *kschiram*." Der Sanscritname für tabaschir ist (Lassen Bd. I. S. 271—274 tvakkschîrâ, Rindemilch, Milch aus der Rinde (tvatsch). Vergl. auch Pott, Kurdische Studien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. VII S. 163—166, die meisterhafte Abhandlung von Carl Ritter in seiner Erdkunde von Asien Bd. VI, 2. S. 232—237.

Hieroglyphen und Keilschrift, Vervollkommnung der Mathematik, besonders des mächtigen, Erdgestalt, Meeresfluth und Himmelsräume beherrschenden analytischen Calculs. Zu diesen Hülfsmitteln gesellen sich endlich die materiellen Erfindungen, welche uns gleichsam neue Organe schaffen, die Schärfe der Sinne erhöhen, ja den Menschen in einen näheren Verkehr mit den irdischen Kräften wie mit den fernen Welträumen setzen. Um hier nur diejenigen Instrumente zu erwähnen, welche große Epochen der Culturgeschichte bezeichnen, nennen wir das Fernrohr und dessen leider zu späte Verbindung mit Meßinstrumenten; das zusammengesetzte Microscop, welches uns Mittel verschafft den Entwickelungszuständen des Organischen („der gestaltenden Thätigkeit als dem Grunde des Werdens," wie Aristoteles schön sagt) zu folgen; die Bouſſole und die verschiedenen Vorrichtungen zur Ergründung des Erdmagnetismus, den Gebrauch des Pendels zum Zeitmaaße, das Barometer, den Wärmemesser, hygrometrische und electrometrische Apparate, das Polariscop in Anwendung auf farbige Polarisations-Phänomene im Licht der Gestirne oder im erleuchteten Luftkreise.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung, gegründet, wie wir eben entwickelt haben, auf denkende Betrachtung der Naturerscheinungen, auf eine Verkettung großer Begebenheiten, auf Erfindungen, welche den Kreis sinnlicher Wahrnehmung erweitern, soll aber hier in ihren Hauptzügen nur fragmentarisch und übersichtlich dargestellt werden. Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß die Kürze dieser Darstellung den Leser in den Stand setzen könne den Geist, in welchem ein so schwer zu begrenzendes Bild einst auszuführen wäre, leichter zu erfassen. Hier wie in dem Naturgemälde, welches das erste Buch des Kosmos enthält, wird nicht nach Vollständigkeit in Aufzählung von Einzelheiten, sondern nach der klaren Entwickelung von leitenden Ideen getrachtet, solchen, welche einige der Wege bezeichnen, die der Physiker als Geschichtsforscher durchlaufen kann. Die Kenntniß von dem Zusammenhang der Begebenheiten und ihren Causalverhältnissen wird als ein Gegebenes vorausgesetzt; die Begebenheiten brauchen nicht erzählt zu werden, es genügt sie zu nennen und den Einfluß zu bestimmen, den sie auf die allmälig anwachsende Erkenntniß eines Naturganzen ausgeübt haben. Vollständigkeit, ich glaube es wiederholen zu müssen, ist hier weder zu erreichen noch als das Ziel eines solchen Unternehmens zu betrachten. Indem ich dies ausspreche, um meinem Werke vom Kosmos den eigenthümlichen Charakter zu bewahren, der dasselbe allein ausführbar macht, werde ich mich freilich von neuem dem Tadel derer aussetzen, welche weniger bei dem verweilen, was ein Buch enthält, als bei dem, was nach ihrer individuellen Ansicht darin gefunden werden sollte. In den älteren Theilen der Geschichte bin ich gefliſſentlich weit umständlicher als in den neueren gewesen. Wo die Quellen sparsamer fließen, ist die Combination schwieriger, und die aufgestellten Meinungen bedürfen dann der Anführung nicht allgemein bekannter Zeugnisse. Auch Ungleichmäßigkeit in der Behandlung der Materien habe ich mir da frei gestattet, wo es darauf ankam, durch Aufzählung von Einzelheiten dem Vortrag ein belebenderes Interesse zu geben.

Wie die Erkenntniß eines Weltganzen mit intuitiver Ahndung und wenigen wirklichen Beobachtungen über isolirte Naturgebiete begonnen hat, so glauben wir auch in der geschichtlichen Darstellung der Weltanschauung von einem eingeschränkten Erdraume ausgehen zu müssen. Wir wählen das Meerbecken, um welches diejenigen Völker sich bewegt haben, auf deren Wissen unsere abendländische Cultur (die einzige fast ununterbrochen fortgeschrittene) zunächst gegründet ist. Man kann die Hauptströme bezeichnen, welche die Elemente der Bildung und der erweiterten Naturansichten dem westlichen Europa zugeführt haben; aber bei der Vielfachheit dieser Ströme ist nicht ein einiger Urquell zu nennen. Tiefe Einsicht in die Kräfte der Natur, Erkenntniß der Natureinheit gehört nicht einem sogenannten Urvolke an, für welches, nach dem Wechsel historischer Ansichten, bald ein semitischer Stamm im nord-chaldäischen Arparad*) (Arrapachitis des Ptolemäus), bald

*) *Ewald*, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. 1843 S. 332—334; Lassen, ind. Alterthumskunde

der Stamm der Inder und Iranier im alten Zendlande*) am Quellgebiet des Orus und Jaxartes ausgegeben wurden. Die Geschichte, so weit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein Urvolk, keinen einigen ersten Sitz der Cultur, keine Urphysik, oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen über einander gelagerten Nebelschichten symbolisirender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Gesittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Alterthume, gleichsam am äußersten Horizont des wahrhaft historischen Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Centra der Cultur, die gegen einander strahlen: so Aegypten, auf das wenigste fünftausend Jahre vor unserer Zeitrechnung†); Babylon, Ninive, Kaschmir, Iran, und China seit der ersten Colonie, die vom nordöstlichen Abfall des Kuen-lün her in das untere Flußthal des Hoangho eingewandert war. Diese Centralpunkte erinnern unwillkührlich an die größeren unter den funkelnden Sternen des Firmaments, an die ewigen Sonnen der Himmelsräume, von denen wir wohl die Stärke des Glanzes, nicht aber, einige wenige‡) ausgenommen, die relative Entfernung von unserem Planeten kennen.

Eine dem ersten Menschenstamme geoffenbarte Urphysik, eine durch Cultur verdunkelte Naturweisheit wilder Völker gehört einer Sphäre des Wissens oder vielmehr des

---

Bd. I. S. 528. Vergl. Rödiger in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. III. S. 4 über Chaldäer und Curden, welche Letztere Strabo Kyrtier nennt.

*) Berdj der Wassernabel des Ormuzd, ungefähr da, wo das Himmelsgebirge (Thian-schan) an seinem westlichen Ende an den Bolor (Belurtagh) gangartig anschaart, oder vielmehr diesen unter dem Namen der Aeserah-Kette durchsetzt, nördlich von dem Hochlande Pamer (Upa-Mêru, Land über dem Meru). Vergl. Burnouf, Commentaire sur le Yaçna T. I p. 259 und Addit. p. CLXXXV mit Humboldt, Asie centrale T. I. p. 163, T. II. p. 16, 377 und 390.

†) Chronologische Angaben für Aegypten: „3900 Jahre vor Chr. Menes (auf das wenigste, und wahrscheinlich ziemlich genau); 3430 Anfang der 4ten Dynastie (die Pyramidenbauer Cheophren-Schafra, Cheops-Chufu und Mykerinos oder Menkera); 2200 Einfall der Hyksos unter der 12ten Dynastie, welcher Amenemha III., der Erbauer des ursprünglichen Labyrinths, angehört. Vor Menes (3900 vor Chr.) ist doch wenigstens noch ein Jahrtausend für das allmälige Wachsthum jener zum mindesten 3430 Jahre vor unserer Zeitrechnung ganz fertigen, ja zum Theil schon erstarrten Cultur zu vermuthen, wahrscheinlich noch weit mehr." (Lepsius in mehreren Briefen an mich vom März 1846, also nach der Rückkunft von seiner ruhmvollen Expedition.) Vergl. auch Bunsens Betrachtungen „über die Anfänge unserer sogenannten Weltgeschichte, welche streng genommen nur die der neueren Menschheit oder, wenn es von jenen Anfängen eine Geschichte geben sollte, die neuere Geschichte unsers Geschlechts ist," in dem geistreichen und gelehrten Werke: Aegyptens Stelle in der Weltgeschichte 1845, erstes Buch S. 11—13. — Das historische Bewußtsein und die geregelte Chronologie der Chinesen steigen bis 2400, ja selbst 2700 Jahre vor unserer Zeitrechnung, weit über Ju bis zu Hoang-ti hinauf. Viele literarische Monumente sind aus dem 13ten Jahrhundert; und im 12ten Jahrhundert vor Chr. wurde laut dem Tscheu-li die Länge des Sonnenschattens bereits mit solcher Genauigkeit von Tscheu-kung in der südlich vom gelben Flusse erbauten Stadt Lo-yang gemessen, daß Laplace diese Länge ganz mit der Theorie von der Veränderung der Schiefe der Ekliptik, welche erst am Ende des letzten Jahrhunderts aufgestellt worden ist, übereinstimmend gefunden hat. Jeder Verdacht einer Erdichtung der Angabe durch Zurückrechnen fällt also von selbst weg. S. Édouard Biot sur la Constitution politique de la Chine au 12me siècle avant notre ère (1845) p. 3 und 9. Die Erbauung von Tyrus und des uralten Tempels des Melkarth (des tyrischen Hercules) soll nach der Erzählung, die Herodot (II, 44) von den Priestern empfing, 2760 Jahre vor unserer Zeitrechnung hinaufreichen; vergl. auch Heeren, Ideen über Politik und Verkehr der Völker Th. I, 2. 1824 S. 12. Simplicius schätzt nach einer Ueberlieferung des Porphyrius das Alter der babylonischen Sternbeobachtungen, die dem Aristoteles bekannt waren, auf 1903 Jahre vor Alexander dem Großen, und Ideler, der so gründliche und vorsichtige Forscher der Chronologie, hat diese Angabe keineswegs unglaublich gefunden; vergl. sein Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 207, die Abhandlungen der Berliner Akad. auf das J. 1814 S. 217 und Böckh, metrol. Untersuchungen über die Maße des Alterthums 1838 S. 36. — Ob man in Indien mehr als 1200 Jahre vor Chr. selbst nach der Chronik von Kaschmir (Radjatarangini, trad. par Troyer) einen historischen Boden finde, während Megasthenes (Indica, ed. Schwanbeck 1846 p. 50) von Manu bis Kandragupta für 153 Könige der Dynastie von Magadha 60 bis 64 Jahrhunderte rechnet und der Astronom Aryabhatta den Anfang der Zeitrechnung auf 3102 vor Chr. bestimmt, bleibt noch in Dunkel gehüllt (Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 473, 505, 507 und 510.) — Um den Zahlen, welche in dieser Anmerkung zusammengestellt sind, eine höhere Bedeutung für die Culturgeschichte der Menschheit zu geben, ist es nicht überflüssig, hier zu erinnern, daß bei den Griechen die Zerstörung von Troja 1184, Homer 1000 oder 950, Kadmus der Milesier, der erste Geschichtsschreiber unter den Griechen, 524 Jahre vor unserer Zeitrechnung gesetzt werden. Diese Zusammenstellung drei Epochen lehrt, wie ungleich, früh oder spät, bei den bildungsfähigsten Völkern das Bedürfniß einer genauen Aufzeichnung von Ereignissen und Unternehmungen erwacht ist; sie erinnert unwillkührlich an den Ausspruch, welchen Plato im Timäus den Priestern von Sais in den Mund legt: „O Solon, Solon! ihr Hellenen bleibt doch immer Kinder; nirgends ist in Hellas ein Greis. Eure Seelen sind stets jugendlich; ihr habt in ihnen keine Kunde des Alterthums, keinen alten Glauben, keine durch die Zeit ergraute Wissenschaft."

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 41 und 77.

Dort ist die Betrachtung vorzugsweise geleitet auf die üppige Entwickelung der Vegetation in Cecropien, Carolineen und leichtgefiederten Bambusen; auf die malerische Zusammenstellung großer und edler Formen, wie sie den oberen Orinoco oder die von Martius und Eduard Pöppig so naturwahr beschriebenen Waldufer des Amazonenflusses und des Huallaga schmücken; auf die Eindrücke, welche das Gemüth mit Sehnsucht nach den Ländern erfüllen, in denen der Strom des Lebens reicher fließt und deren Herrlichkeit unsere Gewächshäuser (einst Krankenanstalten für halbbelebte gährende Pflanzenstoffe) in schwachem, doch freudigem Abglanze darbieten.

Der Landschaftmalerei ist es allerdings gegeben ein reicheres, vollständigeres Naturbild zu liefern, als die künstlichste Gruppirung cultivirter Gewächse es zu thun vermag. Die Landschaftmalerei gebietet zauberisch über Masse und Form. Fast unbeschränkt im Raume, verfolgt sie den Saum des Waldes bis in den Duft der Ferne; sie stürzt den Bergstrom herab von Klippe zu Klippe, und ergießt das tiefe Blau des tropischen Himmels über die Gipfel der Palmen wie über die wogende, den Horizont begrenzende Grasflur. Die Beleuchtung und die Färbung, welche das Licht des dünnverschleierten oder reinen Himmels unter den Wendekreisen über alle irdischen Gegenstände verbreitet, giebt der Landschaftmalerei, wenn es dem Pinsel gelingt, diesen milden Lichteffect nachzuahmen, eine eigenthümliche, geheimnißvolle Macht. Bei tiefer Kenntniß von dem Wesen des griechischen Trauerspiels hat man sinnig den Zauber des Chors in seiner allvermittelnden Wirkungsweise mit dem Himmel in der Landschaft verglichen*).

Die Vervielfältigung der Mittel, welche der Malerei zu Gebote steht, um die Phantasie anzuregen und die großartigsten Erscheinungen von Meer und Land gleichsam auf einen kleinen Raum zu concentriren, ist unseren Pflanzungen und Gartenanlagen versagt; aber wo in diesen der Totaleindruck des Landschaftlichen geringer ist, entschädigen sie im einzelnen durch die Herrschaft, welche überall die Wirklichkeit über die Sinne ausübt. Wenn man in dem Palmenhause von Loddiges oder in dem der Pfaueninsel bei Potsdam (einem Denkmal von dem einfachen Naturgefühl unseres edlen, hingeschiedenen Monarchen) von dem hohen Altane bei heller Mittagssonne auf die Fülle schilf- und baumartiger Palmen herabblickt, so ist man auf Augenblicke über die Oertlichkeit, in der man sich befindet, vollkommen getäuscht. Man glaubt unter dem Tropen-Klima selbst, von dem Gipfel eines Hügels herab, ein kleines Palmengebüsch zu sehen. Man entbehrt freilich den Anblick der tiefen Himmelsbläue, den Eindruck einer größeren Intensität des Lichtes; dennoch ist die Einbildungskraft hier noch thätiger, die Illusion größer als bei dem vollkommensten Gemälde. Man knüpft an jede Pflanzenform die Wunder einer fernen Welt; man vernimmt das Rauschen der fächerartigen Blätter, man sieht ihre wechselnd schwindende Erleuchtung, wenn von kleinen Luftströmen sanft bewegt, die Palmengipfel wogend einander berühren. So groß ist der Reiz, den die Wirklichkeit gewähren kann, wenn auch die Erinnerung an die künstliche Treibhaus-Pflege wiederum störend einwirkt. Vollkommenes Gedeihen und Freiheit sind unzertrennliche Ideen auch in der Natur; und für den eifrigen, vielgereisten Botaniker haben die getrockneten Pflanzen eines Herbariums, wenn sie auf den Cordilleren von Südamerika oder in den Ebenen Indiens gesammelt wurden, oft mehr Werth als der Anblick derselben Pflanzenart, wenn sie einem europäischen Gewächshause entnommen ist. Die Cultur verwischt etwas von dem ursprünglichen Naturcharakter: sie stört in der gefesselten Organisation die freie Entwickelung der Theile.

Die physiognomische Gestaltung der Gewächse und ihre contrastirende Zusammenstellung ist aber nicht bloß ein Gegenstand des Naturstudiums oder ein Anregungsmittel zu demselben; die Aufmerksamkeit, welche man der Pflanzenphysiognomik schenkt, ist auch von großer Wichtigkeit für die Landschaft-Gärtnerei, d. h. für die Kunst eine Garten-

*) *Wilhelm* von Humboldt in seinem Briefwechsel mit Schiller 1830 S. 470.

Was sie nicht besitzen, können sie bedrohen. In ihrem fast ununterbrochen vererbten Wissen, in ihrer lang vererbten wissenschaftlichen Nomenclatur liegen, wie Marksteine der Geschichte der Menschheit, Erinnerungen an die mannigfaltigen Wege, auf denen wichtige Erfindungen oder wenigstens der Keim zu denselben den Völkern Europa's zugeströmt sind: aus dem östlichsten Asien die Kenntniß von der Richtkraft und Abweichung eines frei sich bewegenden Magnetstabes, aus Phönicien und Aegypten chemische Bereitungen (Glas, thierische und vegetabilische Färbestoffe, Metalloxyde), aus Indien allgemeiner Gebrauch der Position zur Bestimmung des erhöhten Werthes weniger Zahlzeichen.

Seitdem die Civilisation ihre ältesten Ursitze innerhalb der Tropen oder in der subtropischen Zone verlassen, hat sie sich bleibend in dem Welttheile angesiedelt, dessen nördlichste Regionen weniger kalt als unter gleicher Breite die von Asien und Amerika sind. Das Festland von Europa ist eine westliche Halbinsel von Asien; und wie es eine größere, die allgemeine Gesittung begünstigende Milde seines Klima's diesem Umstande und seiner mannigfaltigen, vielgegliederten, schon von Strabo gerühmten Form, seiner Stellung gegen das in der Aequatorialzone weit ausgedehnte Afrika, so wie den vorherrschenden, über den breiten Ocean hinstreichenden und deshalb im Winter warmen Westwinden verdanke, habe ich bereits früher entwickelt*). Die physische Beschaffenheit von Europa hat der Verbreitung der Cultur weniger Hindernisse entgegengestellt, als ihr in Asien und Afrika gesetzt waren, da wo weitausgedehnte Reihen von Parallelketten, Hochebenen und Sandmeeren als schwer zu überwindende Völkerscheiden auftreten. Wir beginnen demnach hier, bei der Aufzählung der Hauptmomente in der Geschichte der physischen Weltbetrachtung, mit einem Erdwinkel, der durch seine räumlichen Verhältnisse und seine Weltstellung den wechselnden Völkerverkehr und die Erweiterung kosmischer Ansichten, welche Folge dieses Verkehres ist, am meisten begünstigt hat.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I.

Das Mittelmeer als Ausgangspunkt für die Darstellung der Verhältnisse, welche die allmälige Erweiterung der Idee des Kosmos begründet haben. — Anreihung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Hellenen. — Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argonauten), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Coläus von Samos).

Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres†). „Wir," sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Hercules wohnen, haben inne nur einen kleinen Theil der Erde, in dem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben." Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phönicische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Cultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, der Colonisirung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.

*) Kosmos Bd. I. S. 153 und 173; Asie centrale T. III. p. 24 und 143.

†) Plato, Phädon pag. 109 B (vergl. Herod. II, 21). Auch Kleomedes vertiefte die Erdfläche in der Mitte, um das Mittelmeer zu fassen (Voß, krit. Blätter Bd. II. 1828 S. 144 und 150).

Wie nun das Naturgefühl sich in der Auswahl und sorgfältigen Pflege geheiligter Gegenstände des Pflanzenreichs aussprach, so offenbarte es sich noch lebendiger und mannigfaltiger in den Gartenanlagen früh cultivirter ostasiatischer Völker. In dem fernsten Theile des alten Continents scheinen die chinesischen Gärten sich am meisten dem genähert zu haben, was wir jetzt englische Parks zu nennen pflegen. Unter der siegreichen Dynastie der Han hatten freie Gartenanlagen so viele Meilen im Umfange, daß der Ackerbau durch sie gefährdet*) und das Volk zum Aufruhr angeregt wurde. „Was sucht man," sagt ein alter chinesischer Schriftsteller, Lieu-tscheu, „in der Freude an einem Lustgarten? In allen Jahrhunderten ist man darin übereingekommen, daß die Pflanzung den Menschen für alles Anmuthige entschädigen soll, was ihm die Entfernung von dem Leben in der freien Natur, seinem eigentlichen und liebsten Aufenthalte, entzieht. Die Kunst den Garten anzulegen besteht also in dem Bestreben Heiterkeit (der Aussicht), Ueppigkeit des Wachsthums, Schatten, Einsamkeit und Ruhe so zu vereinigen, daß durch den ländlichen Anblick die Sinne getäuscht werden. Die Mannigfaltigkeit, welche der Hauptvorzug der freien Landschaft ist, muß also gesucht werden in der Auswahl des Bodens, in dem Wechsel von Hügelketten und Thalschluchten, von Bächen und Seen, die mit Wasserpflanzen bedeckt sind. Alle Symmetrie ist ermüdend; Ueberdruß und Langeweile werden in Gärten erzeugt, in welchen jede Anlage Zwang und Kunst verräth†)." Eine Beschreibung, welche uns Sir George Staunton von dem großen kaiserlichen Garten von Zhe-hol‡) nördlich von der chinesischen Mauer gegeben hat, entspricht jenen Vorschriften des Lieu-tscheu: Vorschriften, denen einer unserer geistreichen Zeitgenossen, der Schöpfer des anmuthigen Parks von Muskau‖), seinen Beifall nicht versagen wird.

In dem großen beschreibenden Gedichte, in welchem der Kaiser Kien-long um die Mitte des verflossenen Jahrhunderts die ehemalige mandschuische Residenzstadt Moukden und die Gräber seiner Vorfahren verherrlichen wollte, spricht sich ebenfalls die innigste Liebe zu einer freien, durch die Kunst nur sehr theilweise verschönerten Natur aus. Der poetische Herrscher weiß in gestaltender Anschaulichkeit zu verschmelzen die heiteren Bilder von der üppigen Frische der Wiesen, von waldbekränzten Hügeln und friedlichen Menschenwohnungen mit dem ernsten Bilde der Grabstätte seiner Ahnherrn. Die Opfer, welche er diesen bringt, nach den von Confucius vorgeschriebenen Riten, die fromme Erinnerung an die hingeschiedenen Monarchen und Krieger sind der eigentliche Zweck dieser merkwürdigen Dichtung. Eine lange Aufzählung der wildwachsenden Pflanzen, wie der Thiere, welche die Gegend beleben, ist, wie alles didactische, ermüdend; aber das Verweben des sinnlichen Eindrucks von der Landschaft, die gleichsam nur als Hintergrund des Gemäldes dient, mit erhabenen Objecten der Ideenwelt, mit der Erfüllung religiöser Pflichten, mit Erwähnung großer geschichtlicher Ereignisse giebt der ganzen Composition einen eigenthümlichen Charakter. Die bei dem chinesischen Volke so tief eingewurzelte Heiligung der Berge führt Kien-long zu sorgfältigen Schilderungen der Physiognomik der unbelebten Natur, für welche die Griechen und Römer keinen Sinn hatten. Auch die Gestaltung der einzelnen Bäume, die Art ihrer Verzweigung, die Richtung der Aeste, die Form ihres Laubes werden mit besonderer Vorliebe behandelt¶).

Wenn ich der, leider! zu langsam unter uns verschwindenden Abneigung gegen die chinesische Literatur nicht nachgebe und bei den Naturansichten eines Zeitgenossen Friedrichs

---

*) Notice historique sur les Jardins des Chinois in den Mémoires concernant les Chinois T. VIII. p. 309.

†) A. a. O. p. 318—320.

‡) Sir George Staunton, Account of the Embassy of the Earl of Macartney to China Vol. II. p. 245.

‖) Fürst von Pückler-Muskau, Andeutungen über Landschaftsgärtnerei 1834; vergl. damit seine malerischen Beschreibungen der alten und neuen englischen Parks wie die der ägyptischen Gärten von Schubra.

¶) Éloge de la Ville de Moukden, poëme composé par l'Empereur Kien-long, traduit par le P. Amiot 1770 p. 18, 22—25, 37, 63—86, 73—87, 104 und 120.

Kenntniß räumlicher Verhältnisse entstanden sein konnten, waren in der eruditionsreichen, allem Alterthümlichen zugewandten alexandrinischen Schule ausgesponnen worden. Ob die Mythe der zertrümmerten Atlantis ein ferner und westlicher Reflex der Mythe von Lyktonien ist, wie ich an einem andern Ort wahrscheinlich zu machen glaubte, oder ob nach Otfried Müller „der Untergang von Lyktonien (Leukonia) auf die samothracische Sage von einer jene Gegend umgestaltenden großen Fluth hindeute*)," braucht hier nicht entschieden zu werden.

Was aber, wie schon oft bemerkt worden, die geographische Lage des Mittelmeers vor allem wohlthätig in ihrem Einfluß auf den Völkerverkehr und die fortschreitende Erweiterung des Weltbewußtseins gemacht hat, ist die Nähe des in der kleinasiatischen Halbinsel vortretenden östlichen Continents; die Fülle der Inseln des ägäischen Meeres, welche eine Brücke für die übergehende Cultur gewesen sind†); die Furche zwischen Arabien, Aegypten und Abyssinien, durch die der große indische Ocean unter der Benennung des arabischen Meerbusens oder des rothen Meeres eindringt, getrennt durch eine schmale Erdenge von dem Nil-Delta und der südöstlichen Küste des inneren Meeres. Durch alle diese räumlichen Verhältnisse offenbarte sich in der anwachsenden Macht der Phönicier und später in der der Hellenen, in der schnellen Erweiterung des Ideenkreises der Völker der Einfluß des Meeres, als des verbindenden Elementes. Die Cultur war in ihren früheren Sitzen in Aegypten, am Euphrat und Tigris, in der indischen Pentapotamia und in China an reiche Stromlandschaften gefesselt gewesen; nicht so in Phönicien und Hellas. In dem bewegten Leben des Griechenthums, vorzüglich im ionischen Stamme, fand der frühe Drang nach seemännischen Unternehmungen eine reiche Befriedigung in den merkwürdigen Formen des mittelländischen Meerbeckens, in seiner relativen Stellung zu dem Ocean im Süden und Westen.

Die Existenz des arabischen Meerbusens, als Folge des Einbruchs des indischen Oceans durch die Meerenge Bab-el-Mandeb, gehört zu der Reihe großer physischer Erscheinungen, die uns erst die neuere Geognosie hat offenbaren können. Der europäische Continent nämlich ist in seiner Hauptaxe von Nordost gegen Südwest gerichtet; aber fast rechtwinklig mit

---

*) Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. I. Abth. 2. S. 345—348 und Th. II. Abth. 1. S. 194; Johannes v. Müller, Werke Bd. I. S. 38; Humboldt, Examen critique T. I. p. 112 und 171: Otfried Müller, Minyer S. 64 und derselbe in der, übrigens nur zu wohlwollenden Kritik meiner Behandlung der mythischen Geographie der Griechen (Gött. gelehrte Anzeigen 1838 Bd. I. S. 372 und 383). Ich habe mich im allgemeinen also ausgesprochen: „En soulevant des questions qui offraient déjà de l'importance dans l'intérêt des études philologiques, je n'ai pu gagner sur moi de passer entièrement sous silence ce qui appartient moins à la description du monde réel qu'au cycle de la Géographie mythique. Il en est de l'espace comme du tems: on ne saurait traiter l'histoire sous un point de vue philosophique, en ensevelissant dans un oubli absolu les tems héroïques. Les mythes des peuples, mêlés à l'histoire et à la géographie, ne sont pas *en entier du domaine du monde idéal*. Si le vague est un de leurs traits distinctifs, si le symbole y couvre la réalité d'un voile plus ou moins épais, les mythes intimement liés entre eux, n'en révèlent pas moins la souche unique des premiers aperçus de cosmographie et de physique. Les faits de l'histoire et de la géographie primitives ne sont pas seulement d'ingénieuses fictions, les opinions qu'on s'est formées sur le monde réel, s'y reflètent." Der große mir befreundete Alterthumsforscher, dessen früher Verlust auf griechischem, wie kaum je tief und mannigfach ergründetem Boden allgemein betrauert worden ist, glaubt dagegen: „daß wirkliche Erfahrungen, welche durch Wundersucht und Leichtgläubigkeit eine fabelhafte Gestalt erhielten (wie man sich besonders die phönicischen Schiffersagen vorstellt), keineswegs der Hauptantheil an der poetischen Gestaltung der Erde, die in der griechischen Poesie hervortritt, zuzuschreiben sei; die eigentlichen Wurzeln dieser Gebilde lägen in gewissen ideellen Voraussetzungen und Forderungen des Gefühls, auf welche eine wirkliche Länderkunde erst allmälig einzuwirken beginne: woraus dann oft die interessante Erscheinung hervorgehe, daß rein subjective Schöpfungen einer von gewissen Ideen geleiteten Phantasie fast unmerklich in wirkliche Länder und wohlbekannte Gegenstände der wissenschaftlichen Geographie übergehen. Nach diesen Betrachtungen könne man schließen, daß alle mythischen oder in mythische Formen ausgeprägten Phantasiegemälde in ihrem eigentlichen Grunde einer idealen Welt angehören und mit der wirklichen Erweiterung der Erdkunde oder der Schifffahrt außerhalb der Säulen des Hercules ursprünglich nichts zu thun haben." Die von mir in dem französischen Werke geäußerte Meinung stimmte mit den früheren Ansichten von Otfried Müller mehr überein, da er in den Prolegomenen zu einer wissenschaftlichen Mythologie S. 68 und 109 sehr bestimmt sagte, „daß in mythischen Erzählungen Geschehenes und Gedachtes, Reelles und Ideelles meist eng mit einander verbunden sind." (Vergl. auch über die Atlantis und Lyktonien Martin, Etudes sur le Timée de Platon T. I. p. 293—326.)

†) Naxos von Ernst Curtius (1846) S. 11; Droysen, Geschichte des Hellenismus Bd. I. S. 4—9.

dieser Richtung findet sich ein System von Spalten, die theils zum Eindringen der Meerwasser, theils zu Hebung paralleler Gebirgsjoche Anlaß gegeben haben. Ein solches inverses Streichen von Südost gegen Nordwest zeigen (vom indischen Ocean bis zum Ausfluß der Elbe im nördlichen Deutschland) das rothe Meer in dem südlichen Theile der Spalte, zu beiden Seiten von vulkanischen Gebirgsarten umgeben, der persische Meerbusen mit dem Tieflande des Doppelstromes Euphrat und Tigris, die Zagros-Kette in Luristan, die Ketten von Hellas und den nahen Inselreihen des Archipels, das adriatische Meer und die dalmatischen Kalk-Alpen. Die Kreuzung*) der beiden Systeme geodätischer Linien (NO—SW und SO—NW), die ihre Ursach gewiß in Erschütterungs-Richtungen des Inneren unseres Erdkörpers gehabt haben und von denen ich die Spalten SO—NW für neueren Ursprungs halte, hat den wichtigsten Einfluß auf die Schicksale der Menschheit und die Erleichterung des Völkerverkehrs gehabt. Die relative Lage und die nach der Abweichung der Sonne in verschiedenen Jahreszeiten so ungleiche Erwärmung von Ost-Afrika, Arabien und der Halbinsel von Vorder-Indien erzeugen eine regelmäßige Abwechselung von Luftströmen (Monsun†), welche die Schifffahrt nach der Myrrhifera Regio der Adramiten in Süd-Arabien, nach dem persischen Meerbusen, Indien und Ceylon dadurch begünstigten, daß in der Jahreszeit (April und Mai bis October), wo Nordwinde auf dem rothen Meere wehen, der Südwest-Monsun von Ost-Afrika bis zur Küste Malabar herrscht, während der dem Rückweg günstige Nordost-Monsun (Oktober bis April) zusammentrifft mit der Periode der Südwinde zwischen der Meerenge Bab-el-Mandeb und dem Isthmus von Suez.

Nachdem wir nun, in diesem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, den Schauplatz geschildert haben, auf dem von so verschiedenen Seiten fremde Elemente der Cultur und Länderkenntniß dem Griechenvolke zugeführt werden konnten, bezeichnen wir hier zuerst diejenigen der das Mittelmeer umwohnenden Völker, welche sich einer alten und ausgezeichneten Bildung erfreuten: die Aegypter, die Phönicier sammt ihren nord- und west-afrikanischen Colonien, und die Etrusker. Einwanderung und Handelsverkehr haben am mächtigsten gewirkt. Je mehr sich in der neuesten Zeit durch Entdeckung von Monumenten und Inschriften, wie durch philosophischere Sprachforschung unser historischer Gesichtskreis erweitert hat, desto mannigfaltiger erscheint der Einfluß, welcher in der frühesten Zeit auch vom Euphrat her, aus Lycien und durch die mit den thracischen Stämmen verwandten Phrygier auf die Griechen ausgeübt wurde.

In dem Nilthale, das eine so große Rolle in der Geschichte der Menschheit spielt, „gehen sichere Königsschilder" (ich folge den neuesten Forschungen von Lepsius ‡) und dem Resultate seiner wichtigen, das ganze Alterthum aufklärenden Expedition) „bis in den Anfang der vierten Manethonischen Dynastie, welche die Erbauer der großen Pyramiden von Gisch (Chephren oder Schafra, Cheops-Chufu und Menkera oder Mencheres) in sich schließt. Diese Dynastie beginnt mehr als 34 Jahrhunderte vor unsrer christlichen Zeitrechnung, 23 Jahrhunderte vor der dorischen Einwanderung der Heracliden in den Peloponnes ‖). Die großen Stein-Pyramiden von Dahschur, etwas südlich von Gisch und Sakara, hält Lepsius für Werke der dritten Dynastie. Auf den Blöcken derselben finden sich Steinmetz-Inschriften, aber bis jetzt keine Königsnamen. Die letzte Dynastie des alten Reichs, das mit dem Einfall der Hyksos endigte, wohl 1200 Jahre vor Homer, war die 12te Manethonische, welcher Amenemha III. angehörte, der Erbauer des ursprünglichen Labyrinths, der den Möris-See künstlich schuf durch Ausgrabung und mächtige Erddämme

*) Leopold v. Buch über die geognostischen Systeme von Deutschland S. XI.; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 284—286.

*) Kosmos Buch I. S. 168.

‡) Alles, was sich auf ägyptische Chronologie und Geschichte bezieht und (S. 252—254) durch Anführungszeichen im Texte unterschieden ist, gründet sich auf handschriftliche Mittheilungen meines Freundes, des Professor Lepsius vom Monat März 1846.

‖) Ich setze die dorische Einwanderung in den Peloponnes mit Otfried Müller (Dorier Abth. II. S. 426) 328 Jahre vor der ersten Olympiade.

in Norden und Westen. Nach der Vertreibung der Hykſos beginnt das neue Reich mit der 18ten Dynaſtie (1600 Jahre vor Chr.). Der große Ramſes-Miamen (Ramſes II.) war der zweite Herrſcher der 19ten Dynaſtie. Seine Siege, durch Abbildungen in Stein verewigt, wurden dem Germanicus von den Prieſtern in Theben erklärt*). Herodot kennt ihn unter dem Namen Seſoſtris, wahrſcheinlich durch eine Verwechſelung mit dem faſt eben ſo kriegeriſchen und mächtigen Eroberer Seti (Setos), welcher der Vater Ramſes II. war."

Wir haben geglaubt hier bei dieſen Einzelheiten der Zeitrechnung verweilen zu müſſen, um da, wo für uns feſter Geſchichtsboden iſt, das relative Alter großer Begebenheiten in Aegypten, Phönicien und Griechenland annäherungsweiſe beſtimmen zu können. Wie wir vorher das Mittelmeer nach ſeinen räumlichen Verhältniſſen mit wenigen Zügen geſchildert, ſo mußten wir jetzt auch an die Jahrtauſende erinnern, um welche die menſchliche Cultur im Nilthal der von Hellas vorangegangen iſt. Ohne dieſe ſimultanen Beziehungen von Raum und Zeit können wir, nach der inneren Natur der Gedankenwelt, uns kein klares und befriedigendes Geſchichtsbild entwerfen.

Die Cultur im Nilthale, früh durch geiſtiges Bedürfniß, durch eine ſonderbare phyſiſche Beſchaffenheit des Landes, durch prieſterliche und politiſche Einrichtungen erweckt und unfrei gemodelt, hat, wie überall auf dem Erdboden, zum Contact mit fremden Völkern, zu fernen Heerzügen und Anſiedelungen angeregt. Was aber Geſchichte und Denkmäler uns darüber aufbewahrt haben, bezeugt vorübergehende Eroberungen auf dem Landwege und wenig ausgedehnte eigene Schifffahrt. Ein ſo altes und mächtiges Culturvolk ſcheint weniger dauernd nach außen gewirkt zu haben als andere vielbewegte kleinere Volksſtämme. Die lange Arbeit ſeiner Nationalbildung, mehr den Maſſen als den Individuen gedeihlich, iſt wie räumlich abgeſchieden und deshalb für die Erweiterung kosmiſcher Anſichten wahrſcheinlich unfruchtbarer geblieben. Ramſes-Miamen (von 1388 bis 1322 vor Chr., alſo volle 600 Jahre vor der erſten Olympiade des Coröbus) unternahm weite Heerzüge: nach Herodot „in Aethiopien (wo ſeine ſüdlichſten Bauwerke Lepſius am Berg Barkal fand), durch das paläſtiniſche Syrien, von Kleinaſien nach Europa überſetzend, zu den Scythen, Thraciern, endlich nach Kolchis und an den Phaſis-Strom, wo von ſeinen Soldaten des Herumziehens müde Anſiedler zurückblieben. Auch habe Ramſes zuerſt, ſagten die Prieſter, mit langen Schiffen die Küſtenbewohner längs dem erythräiſchen Meere ſich unterworfen, bis er endlich im Weiterſchiffen in ein Meer kam, das vor Seichtigkeit nicht mehr ſchiffbar war."†) Diodor ſagt beſtimmt, daß Seſooſis (der große Ramſes) in Indien bis über den Ganges ging, auch Gefangene aus Babylon zurückführte. „Die einzige ſichere Thatſache in Bezug auf die eigene altägyptiſche Schifffahrt iſt die, daß ſeit den früheſten Zeiten die Aegypter nicht bloß den Nil, ſondern auch den arabiſchen Meerbuſen befuhren. Die be-

---

*) Tac. Annal. II, 59. In dem Papyrus von Sallier (Campagnes de Sésostris) fand Champollion den Namen der Jaſanen oder Jouni und den der Luki (Jonier und Lycier?). Vergl. Bunſen, Aegypten Buch I. S. 69.

†) Herod. II. 102 und 103; Diod. Sic. I, 55 und 56. Von den Denkſäulen (Stelen), die Ramſes-Miamen als Siegeszeichen in den durchzogenen Landen ſetzte, nennt Herodot (II, 106) ausdrücklich drei: „eine im paläſtiniſchen Syrien, zwei in Jonien, wo man aus dem Epheſiſchen nach Phocäa und von Sardes nach Smyrna geht." Ein Felſenrelief, welches den Namen des Ramſes mehrmals darbietet, iſt in Syrien am Lycus, unſern Beirut (Berytus), aufgefunden, ſo wie ein anderes, roheres im Thal Karabel bei Nymphio, nach Lepſius auf dem Wege aus dem Epheſiſchen nach Phocäa. (Lepſius in den Ann. dell' Instit. archeol. Vol. X. 1838 p. 12 und deſſelben Brief aus Smyrna vom December 1845 in der archäologiſchen Zeitung Mai 1846 No. 41 S. 271—280; Kiepert in derſelben Zeitung 1843 No. 3 S. 35). Ob der große Eroberer, wie Heeren glaubt (Geſch. der Staaten des Alterthums 1828 S. 76), bis Perſien und Vorderindien vorgedrungen ſei, „weil damals das weſtliche Aſien noch kein großes Reich enthielt" (die Erbauung des aſſyriſchen Ninive wird erſt 1230 vor Chr. geſetzt), werden bei jetzt ſo ſchnell fortſchreitenden Entdeckungen die Archäologen und phonetiſche Sprachforſcher einſt entſcheiden. Strabo lib. XVI pag. 760) nennt eine Denkſäule des Seſoſtris nahe bei der Meerenge Deire, jetzt Bab-el-Mandeb genannt. Es iſt übrigens auch ſehr wahrſcheinlich, daß ſchon im alten Reiche über 900 Jahre vor Ramſes-Miamen ähnliche Heerzüge ägyptiſcher Könige nach Aſien ſtattgefunden haben. Unter dem, zur 19ten Dynaſtie gehörigen Pharao Setos II, dem zweiten Nachfolger des großen Ramſes-Miamen, zog Moſes aus Aegypten aus, nach den Unterſuchungen von Lepſius ungefähr 1300 Jahre vor unſerer Zeitrechnung.

Hauptmomente der allmäligen Annäherungen an die Wahrheit, an die richtige Ansicht der irdischen Kräfte und des Planetensystems. Sie zeigt uns, wie die Pythagoreer, nach dem Berichte des Philolaus aus Croton, die fortschreitende Bewegung der nicht rotirenden Erde, ihren Kreislauf um den Weltheerd (das Centralfeuer, Hestia) lehrten: wenn Plato und Aristoteles sich die Erde weder als rotirend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Mittelpunkt schwebend vorstellten. Hicetas von Syracus, der mindestens älter als Theophrast ist, Heraclides Ponticus und Ecphantus kannten die Achsendrehung der Erde; aber nur Aristarch von Samos und besonders Seleucus der Babylonier, anderthalb Jahrhunderte nach Alexander, wußten, daß die Erde nicht bloß rotire, sondern sich zugleich auch um die Sonne, als das Centrum des ganzen Planetensystems, bewege. Kehrte auch in den dunkeln Zeiten des Mittelalters durch christlichen Fanatismus und den herrschend bleibenden Einfluß des Ptolemäischen Systemes der Glaube an die Unbeweglichkeit der Erde zurück, wurde auch ihre Gestalt bei dem alexandrinischen Cosmas Indicopleustes wieder die Scheibe des Thales, so hatte dagegen ein deutscher Cardinal, Nicolaus de Cusa, zuerst die Geistesfreiheit und den Muth, fast hundert Jahre vor Copernicus, unserem Planeten zugleich wieder die Achsendrehung und die fortschreitende Bewegung zuzuschreiben. Nach Copernicus war Tycho's Lehre allerdings ein Rückschritt, aber ein Rückschritt von kurzer Dauer. Sobald eine große Masse genauer Beobachtungen, zu der Tycho selbst reichlich beigetragen, angesammelt war, konnte die richtige Ansicht des Weltbaues nicht auf lange verdrängt bleiben. Wir haben hier gezeigt, wie die Periode der Schwankungen vorzüglich die der Ahndungen und naturphilosophischen Phantasien gewesen ist.

Nach der vervollkommneten Kenntniß der Natur, als einer gleichzeitigen Folge unmittelbarer Beobachtung ideeller Combinationen, haben wir oben der Aufzählung großer Begebenheiten gedacht, d. i. solcher, durch welche der Horizont der Weltanschauung räumlich erweitert wurde. Zu diesen Begebenheiten gehören Völkerwanderungen, Schifffahrt und Heerzüge. Sie haben von der natürlichen Beschaffenheit der Erdoberfläche (Gestaltung der Continente, Richtung der Gebirgsjoche, relativen Anschwellung der Hochebenen) Kunde verschafft, ja in weiten Länderstrecken Material zur Ergründung allgemeiner Naturgesetze dargeboten. Es bedarf bei diesen historischen Betrachtungen nicht der Darstellung eines zusammenhangenden Gewebes von Begebenheiten. Für die Geschichte der Erkenntniß des Naturganzen ist es hinlänglich in jeder Epoche nur an solche Begebenheiten zu erinnern, welche einen entschiedenen Einfluß auf die geistigen Bestrebungen der Menschheit und auf eine erweiterte Weltansicht auszuüben vermochten. In dieser Hinsicht sind von großer Wichtigkeit gewesen für die Völker, die um das Becken des Mittelmeeres angesiedelt waren, die Fahrt des Coläus von Samos jenseits der Hercules-Säulen, der Zug Alexanders nach Vorder-Indien, die Weltherrschaft der Römer, die Verbreitung arabischer Cultur, die Entdeckung des Neuen Continents. Wir verweilen nicht sowohl bei der Erzählung von etwas Geschehenem als bei der Bezeichnung der Wirkung, welche das Geschehene, d. i. die Begebenheit, — sei sie eine Entdeckungsreise, oder das Herrschend-Werden einer hochausgebildeten, literaturreichen Sprache, oder die plötzlich verbreitete Kenntniß der indo-afrikanischen Monsune —, auf die Entwickelung der Idee des Kosmos ausgeübt hat.

Wenn ich bei der Aufzählung so heterogener Anregungen schon beispielsweise der Sprachen erwähne, so will ich hier im allgemeinen auf ihre unermeßliche Wichtigkeit in zwei ganz verschiedenen Richtungen aufmerksam machen. Die Sprachen wirken einzeln durch große Verbreitung als Communicationsmittel zwischen weit von einander getrennten Völkerstämmen; sie wirken, mit einander verglichen, durch die erlangte Einsicht in ihren inneren Organismus und ihre Verwandtschaftsgrade, auf das tiefere Studium der Geschichte der Menschheit. Die griechische Sprache und die mit derselben so innigst verknüpfte Nationalität der Griechen (das Griechenleben) haben eine zauberische Gewalt geübt über alle

schaft, geprägte metallische Münze als Tauschmittel, das — sonderbar genug — den politisch, ja künstlerisch so ausgebildeten Aegyptern fehlte. Wodurch aber die Phönicier fast am meisten zu der Cultur der Nationen beitrugen, mit denen sie in Contact traten, war die räumliche Verallgemeinerung und Mittheilung der Buchstabenschrift, deren sie sich schon längst selbst bedienten. Wenn auch die ganze Sagengeschichte einer angeblichen Colonie des Kadmus in Böotien in mythisches Dunkel gehüllt bleibt, so ist es darum nicht minder gewiß, daß die Hellenen die Buchstabenschrift, welche sie lange phönicische Zeichen nannten, durch den Handelsverkehr der Jonier mit den Phöniciern erhielten*). Nach den Ansichten, die sich seit Champollion's großer Entdeckung immer mehr über die früheren Zustände alphabetischer Schriftentwickelung verbreiten, ist die phönicische wie die ganze semitische Zeichenschrift als ein aus der Bilderschrift allerdings ursprünglich ausgegangenes Lautalphabet zu betrachten, d. h. als ein solches, in dem die ideelle Bedeutung der Bildzeichen völlig unbeachtet bleibt und letztere nur phonetisch, als Lautzeichen, behandelt werden. Ein solches Lautalphabet, seiner Natur und Grundform nach ein Sylbenalphabet, war geeignet alle Bedürfnisse graphischer Darstellung von dem Lautsysteme einer Sprache zu befriedigen. „Als die semitische Schrift," sagt Lepsius in seiner Abhandlung über die Alphabete, „nach Europa zu indogermanischen Völkern überging, die durchgängig eine weit höhere Tendenz zu strenger Sonderung der Vocale und Consonanten zeigen und hierzu durch die weit höhere Bedeutung des Vocalismus in ihren Sprachen geleitet werden mußten, nahm man überaus wichtige und einflußreiche Veränderungen mit diesen Sylbenalphabeten vor." †) Das Streben die Syllabität aufzuheben fand bei den Hellenen seine volle Befriedigung. So verschaffte die Uebertragung der phönicischen Zeichen fast allen Küstenländern des Mittelmeeres, ja selbst der Nordwestküste von Afrika, nicht bloß Erleichterung in dem materiellen Handelsverkehr und ein gemeinsames Band, das viele Culturvölker umschlang: nein die Buchstabenschrift, durch ihre graphische Biegsamkeit verallgemeinert, war zu etwas höherem berufen. Sie wurde die Trägerin des Edelsten, was in den beiden großen Sphären, der Intelligenz und der Gefühle, des forschenden Sinnes und der schaffenden Einbildungskraft, das Volk der Hellenen errungen und als eine unvergängliche Wohlthat der spätesten Nachwelt vererbt hat.

Die Phönicier haben aber nicht bloß vermittelnd und anregend die Elemente der Weltanschauung vermehrt; sie haben auch erfinderisch und selbstthätig nach einzelnen Richtungen hin den Kreis des Wissens erweitert. Ein industrieller Wohlstand, der auf eine ausgebreitete Schifffahrt und auf den Fabrikfleiß von Sidon in weißen und gefärbten Glaswaaren, in Geweben und Purpurfärberei gegründet war, führte hier wie überall zu Fortschritten in dem mathematischen und chemischen Wissen, vorzüglich aber in den technischen Künsten. „Die Sidonier", sagt Strabo, „werden geschildert als strebsame Forscher sowohl in der Sternkunde als in der Zahlenlehre, wobei sie ausgingen von der Rechenkunst und Nachtschifffahrt: denn beides ist dem Handel unentbehrlich."‡) Um den Erdraum zu messen, der durch phönicische Schifffahrt und phönicischen Caravanenhandel zuerst eröffnet wurde, nennen wir die Ansiedelung im Pontus an der bithynischen Küste (Pronectus und Bithynium), wahrscheinlich in sehr früher Zeit; den Besuch der Cycladen und mehrerer Inseln des ägäischen Meeres zur Zeit des homerischen Sängers; das silberreiche südliche Spanien (Tartessus und Gades); das nördliche Afrika westlich von der kleinen Syrte (Utica, Hadrumetum und Carthago); die Zinn-‖) und Bernsteinländer des Nordens

*) S. die Stellen gesammelt in Otfried Müller, Minyer S. 115 und Dorier Abth. I. S. 129; Franz, Elementa Epigraphices graecae 1840 p. 13, 32 und 34.

†) Lepsius in seiner Abhandlung über die Anordnung und Verwandtschaft des Semitischen, Indischen, Alt-Persischen, Alt-Aegyptischen und Aethiopischen Alphabets 1836 S. 23—28 und 57; Gesenius, Scriptarae Phoeniciae Monumenta 1837 p. 17

‡) Strabo lib. XVI pag. 757.

‖) Die Bestimmung des Zinnlandes (Britannien, die Scilly-Inseln) ist leichter als die der Bernsteinküste; denn daß die alt-griechische Benennung κασσιτερος, schon in den homerischen Zeiten verbreitet,

wichte, Münzfüße und Maaße des Alterthums in ihrem Zusammenhang 1838 S. 12 und 273.

Hieroglyphen und Keilschrift, Vervollkommnung der Mathematik, besonders des mächtigen, Erdgestalt, Meeresfluth und Himmelsräume beherrschenden analytischen Calculs. Zu diesen Hülfsmitteln gesellen sich endlich die materiellen Erfindungen, welche uns gleichsam neue Organe schaffen, die Schärfe der Sinne erhöhen, ja den Menschen in einen näheren Verkehr mit den irdischen Kräften wie mit den fernen Welträumen setzen. Um hier nur diejenigen Instrumente zu erwähnen, welche große Epochen der Culturgeschichte bezeichnen, nennen wir das Fernrohr und dessen leider zu späte Verbindung mit Meßinstrumenten; das zusammengesetzte Microscop, welches uns Mittel verschafft den Entwickelungszuständen des Organischen („der gestaltenden Thätigkeit als dem Grunde des Werdens," wie Aristoteles schön sagt) zu folgen; die Boussole und die verschiedenen Vorrichtungen zur Ergründung des Erdmagnetismus, den Gebrauch des Pendels zum Zeitmaaße, das Barometer, den Wärmemesser, hygrometrische und electrometrische Apparate, das Polariscop in Anwendung auf farbige Polarisations-Phänomene im Licht der Gestirne oder im erleuchteten Luftkreise.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung, gegründet, wie wir eben entwickelt haben, auf denkende Betrachtung der Naturerscheinungen, auf eine Verkettung großer Begebenheiten, auf Erfindungen, welche den Kreis sinnlicher Wahrnehmung erweitern, soll aber hier in ihren Hauptzügen nur fragmentarisch und übersichtlich dargestellt werden. Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß die Kürze dieser Darstellung den Leser in den Stand setzen könne den Geist, in welchem ein so schwer zu begrenzendes Bild einst auszuführen wäre, leichter zu erfassen. Hier wie in dem Naturgemälde, welches das erste Buch des Kosmos enthält, wird nicht nach Vollständigkeit in Aufzählung von Einzelheiten, sondern nach der klaren Entwickelung von leitenden Ideen getrachtet, solchen, welche einige der Wege bezeichnen, die der Physiker als Geschichtsforscher durchlaufen kann. Die Kenntniß von dem Zusammenhang der Begebenheiten und ihren Causalverhältnissen wird als ein Gegebenes vorausgesetzt; die Begebenheiten brauchen nicht erzählt zu werden, es genügt sie zu nennen und den Einfluß zu bestimmen, den sie auf die allmälig anwachsende Erkenntniß eines Naturganzen ausgeübt haben. Vollständigkeit, ich glaube es wiederholen zu müssen, ist hier weder zu erreichen noch als das Ziel eines solchen Unternehmens zu betrachten. Indem ich dies ausspreche, um meinem Werke vom Kosmos den eigenthümlichen Charakter zu bewahren, der dasselbe allein ausführbar macht, werde ich mich freilich von neuem dem Tadel derer aussetzen, welche weniger bei dem verweilen, was ein Buch enthält, als bei dem, was nach ihrer individuellen Ansicht darin gefunden werden sollte. In den älteren Theilen der Geschichte bin ich geflissentlich weit umständlicher als in den neueren gewesen. Wo die Quellen sparsamer fließen, ist die Combination schwieriger, und die aufgestellten Meinungen bedürfen dann der Anführung nicht allgemein bekannter Zeugnisse. Auch Ungleichmäßigkeit in der Behandlung der Materien habe ich mir da frei gestattet, wo es darauf ankam, durch Aufzählung von Einzelheiten dem Vortrag ein belebenderes Interesse zu geben.

Wie die Erkenntniß eines Weltganzen mit intuitiver Ahndung und wenigen wirklichen Beobachtungen über isolirte Naturgebiete begonnen hat, so glauben wir auch in der geschichtlichen Darstellung der Weltanschauung von einem eingeschränkten Erdraume ausgehen zu müssen. Wir wählen das Meerbecken, um welches diejenigen Völker sich bewegt haben, auf deren Wissen unsere abendländische Cultur (die einzige fast ununterbrochen fortgeschrittene) zunächst gegründet ist. Man kann die Hauptströme bezeichnen, welche die Elemente der Bildung und der erweiterten Naturansichten dem westlichen Europa zugeführt haben; aber bei der Vielfachheit dieser Ströme ist nicht ein einiger Urquell zu nennen. Tiefe Einsicht in die Kräfte der Natur, Erkenntniß der Natureinheit gehört nicht einem sogenannten Urvolke an, für welches, nach dem Wechsel historischer Ansichten, bald ein semitischer Stamm im nord-chaldäischen Arparad*) (Arrapachitis des Ptolemäus), bald

*) Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. 1843 S. 332—334; Lassen, ind. Alterthumsk.

Gallien bis an den Rhodanus führten, so gelangte der Bernstein (electrum) von Volk zu Volk durch Germanien und das Gebiet der Kelten an beiden Abhängen der Alpen zum Padus, durch Pannonien an den Borysthenes. Dieser Landhandel setzte so zuerst die Küsten des nördlichen Oceans in Verbindung mit dem adriatischen Meerbusen und dem Pontus.

Von Carthago und wahrscheinlich von den 200 Jahre früher gegründeten Ansiedelungen Tartessus und Gades aus haben die Phönicier einen wichtigen Theil der Nordwestküste von Afrika erforscht, weit jenseits dem Cap Bojador: wenn auch der Chretes des Hanno wohl weder der Chremetes der Meteorologie des Aristoteles, noch unser Gambia ist*). Dort lagen die vielen Städte der Tyrier, deren Zahl Strabo bis zu 300 erhöht und die von den Pharusiern und Nigriten†) zerstört wurden. Unter ihnen war Cerne (Dicuil's Gaulea nach Letronne) die Hauptstation der Schiffe wie der Hauptstapelplatz der colonisirten Küste. Die canarischen Inseln und die Azoren, welche letzteren des Columbus Sohn Don Fernando für die von den Carthagern aufgefundenen Kassiteriden hielt, sind gegen Westen, die Orcaden, Faröer-Inseln und Island sind gegen Norden gleichsam vermittelnde Stationen geworden, um nach dem Neuen Continent überzugehen. Sie bezeichnen die zwei Wege, auf denen zuerst der europäische Theil des Menschengeschlechts mit dem von Nord- und Mittelamerika bekannt worden ist. Diese Betrachtung giebt der Frage, ob und wie früh die Phönicier des Mutterlandes oder die der iberischen und afrikanischen Pflanzstädte (Gadeira, Carthago, Cerne) Porto Santo, Madera und die canarischen Inseln gekannt haben, eine große, ich möchte sagen eine weltgeschichtliche Wichtigkeit. In einer langen Verkettung von Begebenheiten spürt man gern dem ersten Kettengliede nach. Wahrscheinlich sind seit der phönicischen Gründung von Tartessus und Utica bis zur Entdeckung von Amerika auf dem nördlichen Wege, d. i. bis zu Erich Rauda's Uebergang nach Grönland, dem bald Seefahrten bis Nord-Carolina folgten, volle 2000 Jahre: auf dem südwestlichen Wege, welchen Christoph Columbus einschlug, indem er nahe bei dem altphönicischen Gadeira auslief, 2500 Jahre verflossen.

Wenn wir nun nach dem Bedürfniß der Verallgemeinerung der Ideen, welche diesem Werke obliegt, die Auffindung einer Inselgruppe, die nur 42 geographische Meilen von der afrikanischen Küste entfernt ist, als das erste Glied einer langen Reihe gleichmäßig gerichteter Bestrebungen betrachten; so ist hier nicht von einer aus dem Innern des Gemüthes erzeugten Dichtung, von dem Elysion, den Inseln der Seligen die Rede, welche an den Grenzen der Erde im Oceanus von der nahe untergehenden Sonnenscheibe erwärmt werden. In der weitesten Ferne dachte man sich alle Anmuth des Lebens, die kostbarsten Erzeugnisse‡) der Erde. Das ideale Land, die geographische Mythe des Elysion ward weiter gegen Westen geschoben, über die Säulen des Hercules hinaus, je nachdem die Kenntniß des Mittelmeers bei den Hellenen sich erweiterte. Die wirkliche Weltkunde, die frühesten Entdeckungen der Phönicier, über deren Epoche keine bestimmte Nachricht zu uns gekommen ist, haben wahrscheinlich nicht zu jener Mythe von seligen Inseln Veranlassung gegeben, es ist die Mythe erst nachher gedeutet worden. Die geographische Entdeckung hat nur ein Phantasie-Gebilde verkörpert, ihm gleichsam zum Substrat gedient.

Wo spätere Schriftsteller (wie ein unbekannter Compilator der dem Aristoteles zugeschriebenen Sammlung wunderbarer Erzählungen, welcher den Timäus benutzte,

*) S. über den Chremetes Aristot. Meteor. lib. I. p. 340 Bekk., und über die südlichsten Punkte, deren Hanno in seinem Schiffs-Journal Erwähnung thut, meine Rel. hist. T. I. p. 172 und Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 39, 180 und 288, T. III. p. 135. (Gosselin, Recherches sur la Géogr. systém. des anciens T. I. p. 94 und 98: Ukert, Th. I, 1, S. 61—66.

†) Strabo lib. XVII, p. 826. Die Zerstörung phönicischer Colonien durch Nigriten (lib. II. pag. 131) scheint auf eine sehr südliche Lage zu deuten, mehr vielleicht als die Crocodile und Elephanten, welche Hanno nennt: da beide bestimmt ehemals nördlich von der Wüste Sahara in Mauretanien und im ganzen westlichen Atlas gefunden wurden, wie Strabo lib. XVII p. 827, Aelian de Nat. Anim. VII. 2, Plin. V, 1 und viele Vorfälle der Kriege zwischen Rom und Carthago beweisen. Vergl. über diesen wichtigen Gegenstand der Geographie der Thiere Cuvier, Ossemens fossiles 2 éd. T. I. p. 74 und Quatremère a. a. O. p. 391–394.)

‡) Herod. III, 106.

Glaubens an, welche dem Gegenstande dieses Werkes fremd bleibt. Wir finden einen solchen Glauben indeß schon tief in der ältesten indischen Lehre Krischna's*) gewurzelt. „Die Wahrheit soll ursprünglich in den Menschen gelegt, aber allmälig eingeschläfert und vergessen worden sein; die Erkenntniß kehrt wie eine Erinnerung zurück." Wir lassen es gern unentschieden, ob die Volksstämme, die wir gegenwärtig Wilde nennen, alle im Zustande ursprünglich natürlicher Rohheit sind; ob nicht viele unter ihnen, wie der Bau ihrer Sprachen es oft vermuthen läßt, verwilderte Stämme, gleichsam zerstreute Trümmer aus den Schiffbrüchen einer früh untergegangenen Cultur sind. Ein naher Umgang mit diesen sogenannten Naturmenschen lehrt nichts von dem, was die Liebe zum Wunderbaren von einer gewissen Ueberlegenheit roher Völker in der Kenntniß der Erdkräfte gefabelt hat. Allerdings steigt ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten in dem Busen des Wilden auf; aber ein solches Gefühl hat nichts mit den Versuchen gemein den Zusammenhang der Erscheinungen unter Ideen zu fassen. Wahrhaft kosmische Ansichten sind erst Folge der Beobachtung und ideeller Combination, Folge eines lange dauernden Contacts der Menschheit mit der Außenwelt; auch sind sie nicht das Werk eines einzigen Volkes, sie sind die Frucht gegenseitiger Mittheilung, eines, wo nicht allgemeinen, doch großen Völkerverkehrs.

Wie in den Betrachtungen über den Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft wir, im Eingange dieses Buches, aus der allgemeinen Literaturgeschichte das ausgehoben haben, was sich auf den Ausdruck eines lebendigen Naturgefühls bezieht, so wird in der Geschichte der Weltanschauung aus der allgemeinen Culturgeschichte dasjenige ausgesondert, was die Fortschritte in der Erkenntniß eines Naturganzen bezeichnet. Beide, nicht willkührlich, sondern nach bestimmten Grundsätzen abgesonderte Theile haben wieder unter einander dieselben Beziehungen als die Disciplinen, welchen sie entlehnt sind. Die Geschichte der Cultur der Menschheit schließt in sich die Geschichte der Grundkräfte des menschlichen Geistes, und also auch der Werke, in denen nach verschiedenen Richtungen diese Grundkräfte in Literatur und Kunst sich offenbart haben. Auf gleiche Weise erkennen wir in der Tiefe und Lebendigkeit des Naturgefühls, die wir nach dem Unterschiede der Zeiten und der Völkerstämme geschildert, wirksame Anregungsmittel zu sorgfältigerer Beachtung der Erscheinungen, zu ernster Ergründung ihres kosmischen Zusammenhanges.

Eben weil nun so mannigfaltig die Ströme sind, welche die Elemente des erweiterten Naturwissens getragen und im Laufe der Zeiten ungleich über den Erdboden verbreitet haben, ist es, wie wir bereits oben bemerkt, am geeignetsten in der Geschichte der Weltansicht von Einer Völkergruppe und zwar von der auszugehen, in der unsere jetzige wissenschaftliche Cultur und die des ganzen europäischen Abendlandes ursprünglich gewurzelt sind. Die Geistesbildung der Griechen und Römer ist allerdings ihrem Anfange nach eine sehr neue zu nennen, im Vergleich mit der Cultur der Aegypter, Chinesen und Inder; aber was ihnen von außen, von dem Orient und von Süden her, zugeströmt, hat sich mit dem, was sie selbst hervorgebracht und verarbeitet, trotz des ewigen Wechsels der Weltbegebenheiten und des fremdartigen Gemisches eindringender Völkermassen, ununterbrochen auf europäischem Boden fortgepflanzt. In den Regionen, wo man vor Jahrtausenden vieles früher gewußt, ist entweder eine alles verdunkelnde Barbarei wiederum eingetreten; oder neben der Erhaltung alter Gesittung und fester, complicirter Staatseinrichtungen (wie in China) ist doch der Fortschritt in Wissenschaft und gewerblichen Kunstfertigkeiten überaus geringe, noch geringer der Antheil an dem Weltverkehr gewesen, ohne den allgemeine Ansichten sich nie bilden können. Europäische Culturvölker und die von ihnen abstammenden, in andere Continente übergegangenen sind durch eine riesenmäßige Erweiterung ihrer Schifffahrt in den fernsten Meeren, an den fernsten Küsten gleichsam allgegenwärtig geworden.

*) *Wilhelm von Humboldt* über eine Episode des Maha-Bharata in dessen gesammelten Werken Bd. I S. 73

Was sie nicht besitzen, können sie bedrohen. In ihrem fast ununterbrochen vererbten Wissen, in ihrer lang vererbten wissenschaftlichen Nomenclatur liegen, wie Marksteine der Geschichte der Menschheit, Erinnerungen an die mannigfaltigen Wege, auf denen wichtige Erfindungen oder wenigstens der Keim zu denselben den Völkern Europa's zugeströmt sind: aus dem östlichsten Asien die Kenntniß von der Richtkraft und Abweichung eines frei sich bewegenden Magnetstabes, aus Phönicien und Aegypten chemische Bereitungen (Glas, thierische und vegetabilische Färbestoffe, Metalloxyde), aus Indien allgemeiner Gebrauch der Position zur Bestimmung des erhöhten Werthes weniger Zahlzeichen.

Seitdem die Civilisation ihre ältesten Ursitze innerhalb der Tropen oder in der subtropischen Zone verlassen, hat sie sich bleibend in dem Welttheile angesiedelt, dessen nördlichste Regionen weniger kalt als unter gleicher Breite die von Asien und Amerika sind. Das Festland von Europa ist eine westliche Halbinsel von Asien; und wie es eine größere, die allgemeine Gesittung begünstigende Milde seines Klima's diesem Umstande und seiner mannigfaltigen, vielgegliederten, schon von Strabo gerühmten Form, seiner Stellung gegen das in der Aequatorialzone weit ausgedehnte Afrika, so wie den vorherrschenden, über den breiten Ocean hinstreichenden und deshalb im Winter warmen Westwinden verdanke, habe ich bereits früher entwickelt*). Die physische Beschaffenheit von Europa hat der Verbreitung der Cultur weniger Hindernisse entgegengestellt, als ihr in Asien und Afrika gesetzt waren, da wo weitausgedehnte Reihen von Parallelketten, Hochebenen und Sandmeeren als schwer zu überwindende Völkerscheiden auftreten. Wir beginnen demnach hier, bei der Aufzählung der Hauptmomente in der Geschichte der physischen Weltbetrachtung, mit einem Erdwinkel, der durch seine räumlichen Verhältnisse und seine Weltstellung den wechselnden Völkerverkehr und die Erweiterung kosmischer Ansichten, welche Folge dieses Verkehres ist, am meisten begünstigt hat.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I.

Das Mittelmeer als Ausgangspunkt für die Darstellung der Verhältnisse, welche die allmälige Erweiterung der Idee des Kosmos begründet haben. — Anreihung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Hellenen. — Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argonauten), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Coläus von Samos).

Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres†). „Wir," sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Hercules wohnen, haben inne nur einen kleinen Theil der Erde, in dem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben." Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phönicische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Cultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, der Colonisirung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.

*) Kosmos Bd. I. S. 153 und 173; Asie centrale T. III. p. 24 und 143.

†) Plato, Phädon pag. 109 B (vergl. Herod. II, 21). Auch Kleomedes vertiefte die Erdfläche in der Mitte, um das Mittelmeer zu fassen (Voß, krit. Blätter Bd. II. 1828 S. 144 und 150).

Das Mittelmeer zeigt noch in seiner jetzigen Gestaltung die Spuren einer ehemaligen Unterabtheilung in drei geschlossene, an einander grenzende kleinere Becken*). Das Ägäische ist südlich begrenzt durch die Bogenlinie, welche, von der carischen Küste Kleinasiens an, die Inseln Rhodus, Creta und Cerigo bilden und die sich an den Peloponnes anschließt unfern von dem Vorgebirge Malea. Westlicher folgt das ionische Meer, das Syrten-Bassin, in dem Malta liegt. Die Westspitze von Sicilien nähert sich dort auf 12 geographische Meilen der Küste von Afrika. Die plötzliche, aber kurz dauernde Erscheinung der gehobenen Feuerinsel Ferdinandea (1831) südwestlich von den Kalksteinfelsen von Sciacca mahnt an einen Versuch der Natur†) das Syrten-Bassin zwischen Cap Granitola, der von Capitän Smyth untersuchten Adventure-Bank, Pantellaria und dem afrikanischen Cap Bon wiederum zu schließen und so von dem westlichen, dritten Bassin, dem tyrrhenischen, zu trennen. Letzteres empfängt durch die Hercules-Säulen den von Westen her einbrechenden Ocean und umschließt Sardinien, die Balearen und die kleine vulkanische Gruppe der spanischen Columbraten.

Diese Form des dreimal verengten Mittelmeeres hat einen großen Einfluß auf die frühere Beschränkung und spätere Erweiterung phönicischer und griechischer Entdeckungsreisen gehabt. Die letzteren blieben lange auf das ägäische und auf das Syrtenmeer beschränkt. Zu der homerischen Zeit war das continentale Italien noch ein „unbekanntes Land." Die Phocäer eröffneten das tyrrhenische Bassin westlich von Sicilien; Tartessusfahrer gelangten zu den Säulen des Hercules. Man darf nicht vergessen, daß Carthago an der Grenze des tyrrhenischen und Syrten-Beckens gegründet ward. Die physische Gestaltung der Küsten wirkte auf den Gang der Begebenheiten, auf die Richtung nautischer Unternehmungen, auf den Wechsel der Meeresherrschaft; letztere wirkte wiederum auf die Erweiterung des Ideenkreises.

Das nördliche Gestade des inneren oder Mittelmeeres hat den, schon von Eratosthenes nach Strabo bemerkten Vorzug reicher geformt, „vielgestalteter," mehr gegliedert zu sein als das südliche libysche. Dort treten drei Halbinseln‡) hervor, die iberische, italische und hellenische, welche, mannigfach buſenförmig eingeschnitten, mit den nahen Inseln und den gegenüberliegenden Küsten Meer- und Landengen bilden. Solche Gestaltungen des Continents und der theils abgerissenen, theils vulkanisch, reihenweise wie auf weit fortlaufenden Spalten, gehobenen Inseln haben früh zu geognostischen Ansichten über Durchbrüche, Erdrevolutionen und Ergießungen der angeschwollenen höheren Meere in die tiefer stehenden geführt. Der Pontus, die Dardanellen, die Straße von Gades und das inselreiche Mittelmeer waren ganz dazu geeignet die Ansichten eines solchen Schleusensystems hervorzurufen. Der orphische Argonautiker, wahrscheinlich aus christlicher Zeit, hat alte Sagen eingewebt; er singt von der Zertrümmerung des alten Lyktonien in einzelne Inseln, wie „Poseidon, der Finstergelockte, dem Vater Kronion zürnend, schlug auf Lyktonien mit dem goldenen Dreizack." Aehnliche Phantasien, die freilich oft aus einer unvollkommenen

*) Ich habe diese Idee zuerst entwickelt in meiner Rel. historique du Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 236 und in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. au 15me siècle T. I. p. 36—38. Vergl. auch Otfried Müller in den Göttingischen gelehrten Anzeigen aus dem J. 1838 Bd. I. S. 375. Das westlichste Bassin, welches ich im allgemeinen das tyrrhenische nenne, begreift nach Strabo das iberische, ligustische und sardoische Meer. Das Syrten-Bassin östlich von Sicilien begreift das ausonische oder sikelische, das libysche und ionische Meer. Der südliche und südwestliche Theil des ägäischen Meeres hieß das kretische, saronische und myrtoische. Die merkwürdige Stelle Aristot. de Mundo cap. III, (pag. 393 Bekk.) bezieht sich bloß auf die Buchtenform der Küsten des Mittelmeers und ihre Wirkung auf den einströmenden Ocean.

†) Kosmos Buch. I. S. 126.

‡) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 67. Die beiden merkwürdigen Stellen des Strabo sind folgende: (lib. II, pag. 109) „Eratosthenes nennt, wie Polybius fünf Landspitzen, in die sich Europa verläuft. Der Erstere nennt die gegen die Säulen sich erstreckende, auf welcher Iberia; die gegen den sikelischen Sund, auf welcher Italia liegt; dann folgt die dritte (Halbinsel) gegen Malea, welche alle Völker zwischen dem Adriatischen, dem Eurinos und dem Tanais umfaßt." (Lib. II, pag. 126): „Wir beginnen mit Europa, weil es vielgestaltig und für Veredlung der Menschen und Bürger beförderlichste Welttheil ist. Er ist ganz bewohnbar außer denjenigen vor Kälte unbewohnten Landen um den Tanais.

hunderte eigenthümlich gestempelt hat) in seinen abgeleiteten und entfernten Aeußerungen politisch noch heute fortwirkt*).

Ein eigenthümlicher, hier besonders zu bezeichnender Charakterzug des tuscischen Stammes war die Neigung zu einem innigen Verkehr mit gewissen Naturerscheinungen. Die Divination (das Geschäft der ritterlichen Priestercaste) veranlaßte eine tägliche Beobachtung der meteorologischen Processe des Luftkreises. Die Blitzschauer (Fulguratoren) beschäftigten sich mit Erforschung der Richtung der Blitze, dem „Herabziehen" und dem „Abwenden" derselben†). Sie unterscheiden sorgfältig Blitze aus der hohen Wolkenregion von denen, welche Saturn, ein Erdgott‡), von unten aufsteigen läßt und die man saturnische Erdblitze nannte: ein Unterschied, welchen die neuere Physik wieder einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat. So entstanden officielle Verzeichnisse täglicher Gewitter-Beobachtungen‖). Auch die von den Tuskern geübte Kunst des Wasserspürens (aquaelicium) und Quellen-Hervorlockens setzte bei den Aquilegen eine aufmerksame Erforschung natürlicher Merkmale der Schichtung des Gesteins und der Unebenheiten des Bodens voraus. Diodor preist deshalb die Tusker als forschende Naturkundige. Wir wollen zu diesem Lobe hinzusetzen, daß die vornehme und mächtige Priestercaste von Tarquinii das seltsame Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten hat.

Wir haben, ehe wir zu den Hellenen, zu dem hochbegabten Stamme übergehen, in dessen Cultur die unsrige am tiefsten wurzelt und aus dessen Ueberlieferungen wir einen wichtigen Theil aller früheren Völkerkunde und Weltansicht schöpfen, die alten Sitze der Menschenbildung in Aegypten, Phönicien und Etrurien genannt. Wir haben das Becken des Mittelmeers in seiner eigenthümlichen Gestaltung und Weltstellung, in dem Einfluß dieser Verhältnisse auf den Handelsverkehr mit der Westküste von Afrika, mit dem hohen Norden, mit dem arabisch-indischen Meere betrachtet. An keinem Punkte der Erde ist mehr Wechsel der Macht und unter geistigem Einfluß mehr Wechsel eines bewegten Lebens gewesen. Die Bewegung hat sich durch Griechen und Römer, besonders seitdem letztere die phönicisch-carthagische Macht gebrochen, weit und dauernd fortgepflanzt. Dazu ist das, was wir den Anfang der Geschichte nennen, nur das Selbstbewußtsein später Generationen. Es ist ein Vorzug unserer Zeit, daß durch glänzende Fortschritte in der allgemeinen und vergleichenden Sprachkunde, durch das sorgfältigere Aufsuchen der Monumente und die sichrere Deutung derselben sich der Blick des Geschichtsforschers täglich erweitert, daß schichtweise sich

---

*) Die Etrusker von Otfried Müller Abth. II. S. 350; Niebuhr, römische Geschichte Th. II. S. 380.

†) Wenn man ehemals in Deutschland dem Pater Angelo Cortenovis nachfabelte, daß das von Varro beschriebene, mit einem ehernen Hut und ehernen herabhangenden Ruten gezierte Grabmal des Helden von Clusium, Lars Porsena, ein atmosphärischer Electricitäts-Sammler oder ein Blitzableitungs-Apparat (wie noch Michaelis die metallenen Spitzen auf dem Salomonischen Tempel) gewesen sei; so geschah dies zu einer Zeit, in der man den alten Völkern gern die Reste einer gruffenbarten, bald aber wieder verdunkelten Urphysik zuschrieb. Ueber den nicht schwer aufzufindenden Verkehr zwischen Blitz und leitenden Metallen scheint mir noch immer die wichtigste Notiz die des Ktesias (Indica cap. 4 pag. 169 ed. Lion, pag. 248 ed. Baehr) zu sein. „Er habe," heißt es, „zwei eiserne Schwerdter besessen, Geschenke des Königs (Artaxerxes Mnemon) und dessen Mutter (Parysatis): Schwerdter, welche, in die Erde gepflanzt, Gewölk, Hagel und Blitzstrahlen abwendeten. Er habe die Wirkung selbst gesehen, da der König zweimal vor seinen Augen das Experiment gemacht." — Die genaue Aufmerksamkeit der Tusker auf die meteorischen Processe des Luftkreises, auf alles, was von der gewöhnlichen Naturerscheinung abwich, macht es gewiß beklagenswerth, daß von den Fulgural-Büchern nichts auf uns gekommen ist. Die Epochen der Erscheinung großer Cometen, des Falls von Meteorsteinen und Sternschnuppenschwärmen waren gewiß darin eben so aufgezeichnet als in den von Eduard Biot benutzten älteren chinesischen Annalen. Creuzer (Symbolik und Mythologie der alten Völker Th. III. 1842 S. 659) hat zu zeigen gesucht, wie die Naturbeschaffenheit von Etrurien auf die eigenthümliche Geistesrichtung der Bewohner wirken konnten. Ein Hervorlocken der Blitze, welches dem Prometheus zugeschrieben wird, erinnert an das sonderbare vorgebliche Herabziehen der Blitze durch die Fulguratoren. Es bestand aber diese Operation in einem bloßen Herabbeschwören, und mag wohl nicht wirksamer gewesen sein als der abgehäutete Eselskopf, durch den nach tuscischen Religionsgebräuchen man sich vor einem Ungewitter schützen konnte.

‡) Otfr. Müller, Etrusker Abth. II. S. 162 bis 178. Nach der sehr verwickelten etruscischen Auguraltheorie unterschied man die sanft erinnernden Blitze, welche Jupiter aus eigener Machtvollkommenheit sendet, von den heftigeren electrischen Zuchtmitteln, die Jupiter constitutionsmäßig nur nach vorhergehender Berathung aller zwölf Götter senden durfte (Seneca, Nat. Quaest. II, 41).

‖) Joh. Lydus de Ostentis ed. Hase pag. 18 in praefat.

dieſer Richtung findet ſich ein Syſtem von Spalten, die theils zum Eindringen der Meeresſwaſſer, theils zu Hebung paralleler Gebirgsjoche Anlaß gegeben haben. Ein ſolches *inverſes Streichen* von Südoſt gegen Nordweſt zeigen (vom indiſchen Ocean bis zum Ausfluß der Elbe im nördlichen Deutſchland) das rothe Meer in dem ſüdlichen Theile der Spalte, zu beiden Seiten von vulkaniſchen Gebirgsarten umgeben, der perſiſche Meerbuſen mit dem Tieflande des Doppelſtromes Euphrat und Tigris, die Zagros-Kette in Luriſtan, die Ketten von Hellas und den nahen Inſelreihen des Archipels, das adriatiſche Meer und die dalmatiſchen Kalk-Alpen. Die Kreuzung*) der beiden Syſteme geodätiſcher Linien (NO—SW und SO—NW), die ihre Urſach gewiß in Erſchütterungs-Richtungen des Inneren unſeres Erdkörpers gehabt haben und von denen ich die Spalten SO—NW für neueren Urſprungs halte, hat den wichtigſten Einfluß auf die Schickſale der Menſchheit und die Erleichterung des Völkerverkehrs gehabt. Die relative Lage und die nach der Abweichung der Sonne in verſchiedenen Jahreszeiten ſo ungleiche Erwärmung von Oſt-Afrika, Arabien und der Halbinſel von Vorder-Indien erzeugen eine regelmäßige Abwechſelung von Luftſtrömen (*Monſun*†), welche die Schifffahrt nach der Myrrhifera Regio der Adramiten in Süd-Arabien, nach dem perſiſchen Meerbuſen, Indien und Ceylon dadurch begünſtigten, daß in der Jahreszeit (April und Mai bis October), wo Nordwinde auf dem rothen Meere wehen, der Südweſt-Monſun von Oſt-Afrika bis zur Küſte Malabar herrſcht, während der dem Rückweg günſtige Nordoſt-Monſun (Oktober bis April) zuſammentrifft mit der Periode der Südwinde zwiſchen der Meerenge Bab-el-Mandeb und dem Iſthmus von Suez.

Nachdem wir nun, in dieſem Entwurf einer Geſchichte der phyſiſchen Weltanſchauung, den Schauplatz geſchildert haben, auf dem von ſo verſchiedenen Seiten fremde Elemente der Cultur und Länderkenntniß dem Griechenvolke zugeführt werden konnten, bezeichnen wir hier zuerſt diejenigen der das Mittelmeer umwohnenden Völker, welche ſich einer alten und ausgezeichneten Bildung erfreuten: die Aegypter, die Phönicier ſammt ihren nord- und weſt-afrikaniſchen Colonien, und die Etruſker. Einwanderung und Handelsverkehr haben am mächtigſten gewirkt. Je mehr ſich in der neueſten Zeit durch Entdeckung von Monumenten und Inſchriften, wie durch philoſophiſchere Sprachforſchung unſer hiſtoriſcher Geſichtskreis erweitert hat, deſto mannigfaltiger erſcheint der Einfluß, welcher in der früheſten Zeit auch vom Euphrat her, aus Lycien und durch die mit den thraciſchen Stämmen verwandten Phrygier auf die Griechen ausgeübt wurde.

In dem *Nilthale*, das eine ſo große Rolle in der Geſchichte der Menſchheit ſpielt, „gehen ſichere Königsſchilder“ (ich folge den neueſten Forſchungen von Lepſius‡) und dem Reſultate ſeiner wichtigen, das ganze Alterthum aufklärenden Expedition) „bis in den Anfang der vierten Manethoniſchen Dynaſtie, welche die Erbauer der großen Pyramiden von Giſeh (Chephren oder Schafra, Cheops-Chufu und Menkera oder Mencheres) in ſich ſchließt. Dieſe Dynaſtie beginnt mehr als 34 Jahrhunderte vor unſrer chriſtlichen Zeitrechnung, 23 Jahrhunderte vor der doriſchen Einwanderung der Heracliden in den Peloponnes‖). Die großen Stein-Pyramiden von Dahſchur, etwas ſüdlich von Giſeh und Sakara, hält Lepſius für Werke der dritten Dynaſtie. Auf den Blöcken derſelben finden ſich Steinmetz-Inſchriften, aber bis jetzt keine Königsnamen. Die letzte Dynaſtie des *alten Reichs*, das mit dem Einfall der Hykſos endigte, wohl 1200 Jahre vor Homer, war die 12te Manethoniſche, welcher Amenemha III. angehörte, der Erbauer des urſprünglichen Labyrinths, der den Möris-See künſtlich ſchuf durch Ausgrabung und mächtige Erddämme

*) Leopold v. *Buch* über die geognoſtiſchen Syſteme von Deutſchland S. XI.; *Humboldt*, Asie centrale T. I. p. 284—286.

†) *Kosmos* Buch I. S. 168.

‡) Alles, was ſich auf ägyptiſche Chronologie und *Geſchichte bezieht* und (S. 252—254) durch Anführungszeichen im Texte unterſchieden iſt, gründet ſich auf handſchriftliche Mittheilungen meines Freundes, des Profeſſor Lepſius vom Monat März 1846.

‖) Ich ſetze die doriſche Einwanderung in den Peloponnes mit Otfried *Müller* (Dorier Abth. II. S. 436) 328 Jahre vor der erſten Olympiade.

innigen Verschmelzung des Festen und Flüssigen gegeben, so mußte die Gliederung der Länderform, welche diese Verschmelzung begründet, auch früh die Griechen zu Schifffahrt, zu thätigem Handelsverkehr und zu der Berührung mit Fremden anreizen. Auf die Seeherrschaft der Creter und Rhodier folgten die, freilich anfangs auf Menschenraub und Plünderung gerichteten Expeditionen der Samier, Phocäer, Taphier und Thesproten. Die Hesiodische Abneigung gegen das Seeleben bezeugt wohl nur eine individuelle Ansicht oder die schüchterne Unkunde in der Nautik bei anfangender Gesittung im Festlande von Hellas. Dagegen haben die ältesten Sagengeschichten und Mythen Bezug auf weite Wanderungen, auf eine weite Schifffahrt, eben als erfreue sich die jugendliche Phantasie des Menschengeschlechts an dem Contraste zwischen den idealen Schöpfungen und einer beschränkten Wirklichkeit; so die Züge des Dionysus und Hercules (Melkarth im Tempel zu Gadeira), die Wanderung der Jo *), des oft wieder erstandenen Aristeas, des hyperboreischen Wundermannes Abaris, in dessen leitendem Pfeile †) man ein Compaß zu erkennen gewähnt hat. In solchen Wanderungen spiegeln sich gegenseitig Begebenheiten und alte Weltansichten; ja die fortschreitende Veränderlichkeit der letzteren wirkt auf das Mythisch-Geschichtliche zurück. In den Irrfahrten der von Troja zurückkehrenden Helden ließ Aristonikus den Menelaus selbst Afrika mehr denn 500 Jahre vor Neko umschiffen ‡) und von Gadeira nach Indien segeln.

In der Periode, die wir hier behandeln, in dem Griechenthum vor dem macedonischen Feldzuge nach Asien giebt es drei Begebenheiten, welche einen vorzüglichen Einfluß auf den erweiterten Gesichtskreis hellenischer Weltanschauung gehabt haben. Diese Begebenheiten sind die Versuche aus dem Becken des Mittelmeeres gegen Osten und Westen vorzudringen, und die Gründung zahlreicher Colonien von der Hercules-Straße bis zum nordöstlichsten Pontus: Colonien, welche ihrer politischen Verfassung nach vielgestalteter und den Fortschritten geistiger Bildung günstiger waren als die der Phönicier und der Carthager im ägäischen Meere, in Sicilien, Iberien, an der Nord- und Westküste von Afrika.

Das Vordringen gegen Osten ungefähr zwölf Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, 150 Jahre nach Ramses Miamen (Sesostris) wird, als geschichtliche Begebenheit betrachtet, der Zug der Argonauten nach Kolchis genannt. Die wirkliche, aber mythisch eingekleidete, d. h. in der Darstellung mit Idealem, Innerlich-Erzeugtem gemischte Begebenheit ist ihrem einfachen Sinne nach die Erfüllung eines nationalen Bestrebens den unwirthbaren Pontus zu eröffnen. Die Prometheus-Sage und die Entfesselung des feuerzündenden Titanen am Kaukasus auf der östlichen Wanderung des Hercules, das Aufsteigen der Jo aus dem Thal des Hybrites ||) nach dem Kaukasus, die Mythe von Phrixus und Helle bezeichnen alle dieselbe Richtung des Weges, die Bestrebung in den euxinischen Pontus vorzudringen, in welchen früh schon sich phönicische Schiffer gewagt hatten.

---

*) Völcker, mythische Geographie der Griechen und Römer Th. I. 1832 S. 1—10; Klausen über die Wanderungen der Jo und des Herakles in Niebuhr's und Brandis rheinischem Museum für Philologie, Geschichte und griech. Philosophie Jahrg. III. 1829 S. 293—323.

†) In der Mythe des Abaris (Herod. IV, 36) fährt der Wundermann nicht auf einem Pfeile durch die Luft, sondern er trägt den Pfeil, „den ihm Pythagoras gab" (Jambl. de vita Pythag. XXIX p. 194 Kießling, damit er ihm nützlich werde in allen Hindernissen auf einer langen Irrfahrt;" Creuzer, Symbolik Th. II. 1841 S. 660—664. Ueber den mehrmals verschwundenen und wieder erschienenen Arimaspen-Sänger Aristeas von Proconnesus s. Herod. IV, 13—15.

‡) Strab. lib. I. pag. 38 Casaub.

||) Wahrscheinlich das Thal des Don oder des Kuban; vergl. meine Asie centrale T. II p. 164. — Pherecydes sagt ausdrücklich (fragm. 37 ex Schol. Apollon. II, 1214), der Kaukasus habe gebrannt und Typhon sei deshalb nach Italien geflüchtet: eine Notiz, aus welcher Klausen (a. a. O. S. 298) das ideale Verhältniß des Feuerzünders (πυρκαεύς) Prometheus zum Brandberge erklärt. Wenn auch die, neuerlichst von Abich so gründlich erspähte geognostische Beschaffenheit des Kaukasus und sein Zusammenhang mit dem vulkanischen inner-asiatischen Thian-schan (Himmelsgebirge), den ich an einem andern Orte glaube nachgewiesen zu haben (Asie centrale T. II, p. 55–59), es keineswegs unwahrscheinlich machen, daß sich in den ältesten Sagen des Menschengeschlechts Erinnerungen an große vulkanische Erscheinungen hätten erhalten können; so ist doch wohl eher anzunehmen, daß etymologische Wagnisse die Griechen auf die Hypothese des Brennens geleitet haben. Ueber die Sanskrit-Etymologien von Grauca sus (Glanzberg?) s. Bohlen's und Burnouf's Aeußerungen in meiner Asie centrale T. I. p. 109.

Vor der dorischen und äolischen Wanderung war das böotische Orchomenos, nahe dem nördlichsten Ende des Sees Kopais, ein durch Handelsverkehr reicher Seestaat der Minyer. Die Argofahrt aber begann in Jolkos, dem Hauptsitz der thessalischen Minyer am pagasetischen Meerbusen. Zu verschiedenen Zeiten mannigfach umgestaltet, hat sich das Local der Sage, als Ziel und Endpunkt des Unternehmens *), statt des unbestimmten Fernlandes Aea, an die Mündung des Phasis (Rion) und an Kolchis, einen Sitz älterer Cultur, gebunden. Die Seefahrten der Milesier und ihre zahlreichen Pflanzstädte am Pontus verschafften eine genauere Kenntniß von der Ost- und Nordgrenze des Meeres. Sie gaben dem geographischen Theile der Mythe bestimmtere Umrisse. Eine wichtige Reihe neuer Ansichten bot sich gleichzeitig dar. Von dem nahen caspischen Meere kannte man lange nur das westliche Gestade: noch Hecatäus hält dies westliche Gestade †) für das des kreisenden östlichen Weltmeeres selbst. Erst der ehrwürdige Vater der Geschichte lehrte (was nach ihm sechs Jahrhunderte lang, bis Ptolemäus, wiederum bestritten ward), daß das caspische Meer ein von allen Seiten geschlossenes Becken sei.

Auch der Völkerkunde ward in dem nordöstlichen Winkel des schwarzen Meeres ein weites Feld eröffnet. Man erstaunte über die Vielzüngigkeit der Stämme ‡), und das Bedürfniß geschickter Dolmetscher (der ersten Hülfsmittel und roher Werkzeuge vergleichender Sprachkunde) wurde hier lebhaft gefühlt. Tauschhandel leitete von dem, übermäßig groß geglaubten mäotischen Busen durch die Steppe, in welcher jetzt die mittlere Kirghisen-Horde weidet, durch eine Kette scythisch-scolotischer Völkerschaften (ich halte sie für indogermanischen ‖) Ursprungs), von den Argippäern und Issedonen zu den goldreichen Arimaspen ¶) an den nördlichen Abfall des Altai. Hier ist das alte Reich der Greife,

*) Otfr. Müller, Minyer S. 247, 254 und 274. Homer kannte nicht den Phasis, nicht Kolchis, nicht die Hercules-Säulen; aber der Phasis wird schon von Hesiodus genannt. Die mythischen Sagen über die Rückkehr der Argonauten durch den Phasis in den östlichen Ocean und den durch die vorgebliche Bifurcation des Ister oder durch den gedoppelten, von vulkanischen Erderschütterungen gebildeten Tritonsee (Asie centr. T. I. p. 179, T. III. p. 135—137; Otfr. Müller, Minyer S. 357) sind von besonderer Wichtigkeit für die Kenntniß der frühesten Ansichten über die Gestaltung der Continente. Geographische Phantasien von Peisandros, Timagetus und dem Rhodier Apollonius haben sich übrigens bis in das späte Mittelalter fortgepflanzt; sie sind bald verwirrende, abschreckende Hindernisse, bald Anreizung zu wirklichen Entdeckungen geworden. Diese Rückwirkung des Alterthums auf die späteren Zeiten, in denen man sich fast mehr von Meinungen als von wirklichen Beobachtungen leiten ließ, wurde leider bisher in der Geschichte der Geographie nicht hinlänglich beachtet. Es ist der Zweck der Anmerkungen zum Kosmos, nicht etwa bloß bibliographische Quellen aus verschiedenen Literaturen zur Erläuterung dessen darzubieten, was im Texte behauptet wird; ich habe in diesen Anmerkungen, die eine freiere Bewegung gestatten, auch einen reichhaltigen Stoff des Nachdenkens niederlegen wollen, so wie ich ihn aus der Erfahrung und aus langen literarischen Studien habe schöpfen können.

†) Hecataei fragm. ed. Klausen p. 39, 92, 98 und 119. S. auch meine Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des caspischen Meeres von Herodot bis zu den Arabern El-Istachri, Edrisi und Ibn-el-Wardi, über den Aral-See, die Bifurcation des Oxus und den Araxes in der Asie centr. T. II. p. 162—297.

‡) Cramer de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 8 und 17. Die alten Kolcher scheinen identisch gewesen zu sein mit dem Stamme der Lazen (Lazi, gentes Colchorum. Plin. VI, 4); die Λαζοι der byzantinischen Schriftsteller); s. Vater (Professor in Casan) der Argonautenzug aus den Quellen dargestellt, 1815 Heft I. S. 24, Heft II. S. 45, 57 und 103. Im Kaukasus erklingen noch die Namen: Alanen (Alanethi für das Alanenland), Ossi und Aß. Nach den mit philosophischem Sprachsinn in den Thälern des Kaukasus begonnenen Arbeiten von Georg Rosen enthält die Sprache der Lazen Reste des alten kolchischen Idioms. Der iberische und grusische Sprachstamm begreift: Lazisch, Georgisch, Suanisch und Mingrelisch, alle zur Familie der indogermanischen Sprachen gehörig. Die der Osseten steht dem Gothischen näher als das Litthauische.

‖) Ueber die Verwandtschaft der Scythen (Scoloten oder Sacae), Alanen, Gothen, Massa-Geten und Huni der chinesischen Geschichtsschreiber s. Klaproth in dem Commentar zu dem Voyage du Comte Potocki T. I. p. 129, wie auch meine Asie centrale T. I. p. 400, T. II. p. 252. Procopius sagt selbst ganz bestimmt (de bello gothico IV, 5, ed. Bonn, 1833 Vol. II. pag. 476), daß die Gothen ehemals Scythen genannt wurden. Die Identität der Geten und Gothen hat Jacob Grimm in seiner neuesten Abhandlung über Jornandes 1846 S. 21 erwiesen. Die Behauptung Niebuhr's (s. dessen Untersuchungen über die Geten und Sarmaten in seinen kleinen histor. und philologischen Schriften, 1ste Samml. 1828 S. 362, 364 und 395), daß die Scythen Herodot's zur Familie der mongolischen Völkerschaften gehören, hat um so weniger Wahrscheinlichkeit, als diese Völkerschaften unter dem Joche theils der Chinesen, theils der Hasas oder Kirghisen (Χεχελ des Menander) im Anfang des 13ten Jahrhunderts noch weit im Osten von Asien um den Baikal-See wohnten. Herodot unterscheidet dazu die kahlköpfigen Argippäer (IV, 23) von den Scythen; und sind die ersteren „plattnasig," so haben sie dabei auch „ein langes Kinn," was nach meiner eigenen Erfahrung keineswegs ein physiognomisches Kennzeichen der Kalmücken oder anderer mongolischer Stämme ist; eher wohl ein Kennzeichen der blonden (germanischen?) Usun und Tingling, welchen die chinesischen Geschichtsschreiber „lange Pferdegesichter" zutheilen.

¶) Ueber die Wohnplätze der Arimaspen und den Goldverkehr im nordwestlichen Asien zu Herodot's Zeiten s. Asie centrale T. I. pag. 389—407.

der Sitz des meteorologischen Mythus*) der Hyperboreer, welcher mit Hercules weit nach Westen gewandert ist.

Man darf vermuthen, daß der oben bezeichnete, in unseren Tagen durch die sibirischen Goldwäschen wieder so berühmt gewordene Theil des nördlichen Asiens, wie das viele bei den Massageten (von gothischem Stamme) zu Herodots Zeiten angehäufte Gold, eine durch den Verkehr mit dem Pontus eröffnete wichtige Quelle des Reichthums und des Luxus für die Hellenen geworden ist. Ich setze diese Quelle zwischen den 53sten und 55sten Breitengrad. Die Region des Goldsandes aber, von welcher die im Mahabharata und in des Megasthenes Fragmenten genannten Daradas (Darder oder Derder) den Reisenden Nachricht gaben und an welche wegen des zufälligen Doppelsinnes von Thiernamen †) die oft wiederholte Fabel der Riesen-Ameisen geknüpft worden ist, gehört südlicheren Breiten von 35° oder 37° zu. Sie fällt, nach zweierlei Combinationen, entweder in das tübetische Hochland östlich von der Bolor-Kette zwischen den Himalaya und Kuen-lün, westlich von Iskardo, oder nördlich von Kuen-lün gegen die Wüste Gobi hin, welche der immer so genau beobachtende chinesische Reisende Hiuen-thsang (aus dem Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung) ebenfalls als goldreich beschreibt. Wie viel zugänglicher mußte dem Verkehr der milesischen Colonien an der nordöstlichen Küste des Pontus der nördliche Goldreichthum der Arimaspen und Massageten sein! Es schien mir geeignet in der Geschichte der Weltanschauung hier alles das zu berühren, was als eine wichtige, spät nach wirkende Folge der Eröffnung des Pontus und des ersten Vordringens der Griechen nach Osten betrachtet werden darf.

Die große alles umgestaltende Begebenheit der dorischen Wanderung und der Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes fällt ungefähr anderthalb Jahrhunderte nach der halb mythischen Argonautenfahrt, d. h. nach der Eröffnung des Pontus für die griechische Schiffahrt und den Handelsverkehr. Diese Wanderung hat gleichzeitig mit der Gründung neuer Staaten und neuer Verfassungen den ersten Anlaß zu dem System der Anlegung von Pflanzstädten gegeben, einem Colonial-System, das eine wichtige Lebensperiode des hellenischen Volkes bezeichnet und am einflußreichsten für die auf intellectuelle Cultur gegründete Erweiterung der Weltansicht geworden ist. Die engere Verkettung von Europa und Asien ist recht eigentlich durch Ausführung von Colonien begründet worden. Es bildeten dieselben eine Kette von Sinope, Dioscurias und dem taurischen Panticapäum an bis Saguntum und Cyrene, das von der regenlosen Thera gestiftet worden war.

Kein Volk der alten Welt hat zahlreichere und in der Mehrzahl mächtigere Pflanzstädte dargeboten als die Hellenen. Von der Ausführung der ältesten äolischen Colonien, unter

*) „Les Hyperboréens sont un *mythe météorologique*. Le vent des montagnes (*l'Oreas*) sort des Monts *Rhipéens*. Au-delà de ces monts, doit régner un air calme, un climat heureux, comme sur les sommets alpins, dans la partie qui dépasse les nuages. Ce sont là les premiers aperçus d'une physique qui explique la distribution de la chaleur et la différence des climats par des causes locales, par la direction des vents qui dominent, par la proximité du soleil, par l'action d'un principe humide ou sec. La conséquence de ces idées systématiques était une certaine indépendance qu'on supposait entre les climats et la latitude des lieux: aussi le mythe des Hyperboréens, lié par son origine au culte dorien et primitivement boréal d'Apollon, a pu se déplacer du nord vers l'ouest, en suivant Hercule dans ses courses aux sources de l'Ister, à l'île d'Erythia et aux Jardins des Hespérides. Les *Rhipes* ou Monts *Rhipéens* sont aussi un nom significatif *météorologique*. Ce sont les montagnes de *l'impulsion* ou du souffle *glacé* (*ῥιπή*), celles d'où se déchaînent les tempêtes boréales." Asie centr. T. I. pag. 392 und 403.

†) Im Hindustani bezeichnet (wie schon Wilford bemerkt) von zwei Wörtern, die verwechselt werden konnten, das eine, tschiúntá, eine große schwarze Ameisenart (woher das Diminutiv tschiúntí, tschintí, die kleine gewöhnliche Ameise; das andre, tschitá, ein gefleckter Pantherthier, den kleinen Jagdleoparden (Felis jubata, Schreb.). Das letzte Wort ist das Sanskritwort tschitra, buntfarbig, gefleckt, wie der bengalische Name für das Thier (tschitábágh und tschitibágh, von bágh, sanskr. wyághra, Tiger) beweist. (Buschmann.)— Im Mahabharata (II, 1860) ist neuerlichst eine Stelle aufgefunden worden, in der von dem Ameisengolde die Rede ist. „Wilso invenit (Journ. of the Asiat. Soc. Vol. VII, 1843 p. 143) mentionem fieri etiam in Indicis litteris bestiarum aurum effodientium, quas, quum terram effodiant, eodem nomine (*pipilica*) atque formicas Indi nuncupant." Vergl. Schwanbeck in Megasth. Indicis 1846 p. 73. Auffallend ist es mir gewesen zu sehen, daß in basaltreichen Gegenden des mexicanischen Hochlandes die Ameisen glänzende Körner von Hyalit zusammentragen, die ich mir aus Ameisenhaufen sammeln konnte.

von Europa; zwei Handelsfactoreien*) im perſiſchen Meerbuſen (Tylos und Aradus, die Baharein-Inſeln).

Der Bernſteinhandel, welcher wahrſcheinlich zuerſt nach den weſtlichen cimbriſchen Küſten†) und dann ſpäter nach der Oſtſee, dem Lande der Aeſtyer, gerichtet war, verdankt der Kühnheit und der Ausdauer phöniciſcher Küſtenfahrer ſeinen erſten Urſprung. Er bietet uns in ſeiner nachmaligen Ausdehnung für die Geſchichte der Weltanſchauung ein merkwürdiges Beiſpiel von dem Einfluſſe dar, den die Liebe zu einem einzigen fernen Erzeugniß auf die Eröffnung eines inneren Völkerverkehrs und auf die Kenntniß großer Länderſtrecken haben kann. So wie die phocäiſchen Maſſilier das britiſche Zinn quer durch

---

von einem zinnreichen Berge Taſſius im ſüdweſtlichen Spanien herzuleiten ſei, welchen der dieſer Gegend ſehr kundige Avienus zwiſchen Gaddir und die Mündung eines kleinen ſüdlichen Iberus verſetzt (Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 479), iſt mir ſehr unwahrſcheinlich. Kassiteros iſt das altindiſche Sanskritwort kastira. Zinn (isländ., dän., engl. tin, ſchwed. tenn) heißt in der malayiſchen und javaniſchen Sprache timah, eine Lautähnlichkeit, welche faſt an die die des altgermaniſchen glessum (Name für den durchſichtigen Bernſtein) mit unſerem Worte Glas erinnert. Die Benennungen von Waaren und Handelsartikeln (ſ. oben S. 245 und Anm. †) gehen von einem Volke zum anderen in die verſchiedenſten Sprachfamilien über. Durch den Verkehr, welchen die Phönicier von ihren Factoreien in dem perſiſchen Meerbuſen aus mit der Oſtküſte von Indien trieben, hat das Sanskritwort kastira, welches ein ſo nützliches binter-indiſches Product bezeichnete und ſich unter den alt-aramäiſchen Idiomen noch jetzt im Arabiſchen als kasdir findet, den Griechen bekannt werden können, ehe ſelbſt Albion und die britanniſchen Kaſſiteriden beſucht wurden. (Aug. Wilh. v. Schlegel in der Indiſchen Bibliothek Bd. II. S. 393; Benfey, Indien S. 307; Pott, etymol. Forſchungen Th. II. S. 414; Laſſen, indiſche Alterthumskunde Bd. I. S. 239.) Eine Benennung wird oft ein geſchichtliches Denkmal, und die etymologiſirende zergliedernde Sprachforſchung, von Unkundigen verſpottet, trägt ihre Früchte. Den Alten war auch das Zinn, eines der ſeltenſten Metalle auf unſerem Erdkörper, im Lande der Artabrer und der Callaeci auf dem nordweſtlichſten iberiſchen Continente bekannt (Strabo lib. III p. 147, Plin. XXXIV c. 16), alſo in einer größeren Nähe für die Seefahrt aus dem Mittelmeer als die Kaſſiteriden (Oeſtrymnides des Avienus). Als ich vor meiner Einſchiffung nach den canariſchen Inſeln im Jahr 1799 in Galicien war, wurde noch daſelbſt im Granitgebirge ein ſehr ärmlicher Bergbau getrieben (ſ. meine Relation hist. T. I. p. 51 und 53). Dies Vorkommen des Zinnes iſt von einiger geognoſtiſchen Wichtigkeit wegen des ehemaligen Zuſammenhanges von Galicien, der Halbinſel Bretagne und Cornwall.

*) Etienne Quatremère a. a. O. p. 363—370.

†) Die ſchon früh geäußerte Meinung (Heinzens neues Kieliſches Magazin Th. II. 1787 S. 339; Sprengel, Geſch. der geogr. Entdeckungen 1792 S. 51; Voß, krit. Blätter Bd. II. S. 392—403), daß der Bernſtein zuerſt nur von der weſtlichen cimbriſchen Küſte durch Schifffahrt und vorzüglich durch inneren Tauſchhandel auf Landwegen an das Mittelmeer gelangt ſei, gewinnt immer mehr Anklang. Die gründlichſte und ſcharfſinnigſte Unterſuchung dieſes Gegenſtandes enthält Ukert's Abhandlung über das Elektrum in der Zeitſchrift für die Alterthumswiſſenſchaft 1838 No. 52—55 S. 425—452 (vergl. damit ſeine Geographie der Griechen und Römer Th. II. Abth. 2. 1832 S. 26—36, Th. III. 1. 1843 S. 86, 175, 182, 320 und 349). Die Maſſilier, welche Herren unter Pytheas, nach den Phöniciern, bis in die Oſtſee vordringen läßt, überſchritten wohl kaum die Mündungen der Weſer und Elbe. Die Bernſteinſ Inſel Gleſſaria (auch Auſtrania genannt) ſetzt Plinius (IV, 16) beſtimmt weſtlich vom Vorgebirge der Cimbern in das germaniſche Meer, und der Zuſammenhang mit der Expedition des Germanicus lehrt genugſam, daß nicht eine Inſel der Oſtſee gemeint ſei. Die großen Wirkungen der Ebbe und Fluth in den aestuariis, welche Bernſtein auswerfen, wo nach Servius Ausdruck „mare vicissim tum accedit, tum recedit," paſſen ebenfalls nur auf die Küſtengegend zwiſchen dem Helder und der cimbriſchen Halbinſel und nicht auf die Oſtſee, in der des Timäus Inſel Baltia (Plin. XXXVII, 2) liegen mag. Abalus, eine Tagereiſe von einem aestuarium entfernt, kann daher nicht die baltiſche Nehrung ſein. Vergl. auch über die Fahrt des Pytheas nach der weſtlichen Küſte von Jütland und den Bernſteinhandel längs dem ganzen Littoral von Skagen bis zu den Niederlanden Werlauff, Bidrag til den nordiske Ravhandels Historie (Kopenh. 1835). Nicht Plinius, ſondern erſt Tacitus kennt das glessum der Oſtſee-Küſten im Lande der Aeſtyer (Aestuorum gentium) und der Veneder, von welchen der große Sprachforſcher Schaffarik (ſlawiſche Alterthümer Th. I. S. 151—165) ungewiß iſt, ob ſie Slaven oder Germanen waren. Die lebhaftere unmittelbare Verbindung mit der ſamländiſchen Oſtſeeküſte und mit den Aeſtyern mittelſt des Landweges durch Pannonien über Carnuntum, den ein römiſcher Ritter unter Nero einſichtig ſcheint mir in die ſpätere Periode der römiſchen Cäſaren zu fallen (Voigt, Geſch. Preußens Bd. I. S. 89). Von den Verbindungen zwiſchen der preußiſchen Küſte und den griechiſchen Colonien am ſchwarzen Meere zeugen ſchöne, wahrſcheinlich vor Olymp. 85 geprägte Münzen, die man in den neueſten Zeiten im Neze-Diſtrict gefunden hat (Levezow in den Abhandl. der Berl. Akad. der Wiſſ. aus dem J. 1833 S. 181—224). Zu verſchiedenen Zeiten iſt wohl auch aus ſehr verſchiedenen Gegenden das an die Küſten angeſchwemmte oder gegrabene (Plin. XXXVII, cap. 2) Electron, der Sonnenſtein der uralten Eridanus-Mythe, auf See- und Landwegen dem Süden zugeſtrömt. Der „an zwei Orten in Scythien gegrabene Bernſtein war theilweiſe ſehr dunkel gefärbt." Allerdings wird noch heute bei Kaltſchedanſt unſern Kamenſk am Ural Bernſtein geſammelt; wir haben Fragmente davon in Braunkohle eingehüllt in Katharinenburg erhalten (G. Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. I. S. 481 und Sir Roderik Murchiſon in Geology of Russia Vol. I. p. 366). Das den Bernſtein oft umſchließende foſſile Holz hatte früh auch die Aufmerkſamkeit der Alten auf ſich gezogen. Das damals ſo koſtbare Harz wurde bald der Schwarzpappel (nach dem Ebier Seymnus v. 396 pag. 367, Letronne), bald einem Baume aus dem Cedern- oder Fichtengeſchlechte (nach Mithridates in Plin. XXXVII cap. 2 und 3) zugeſchrieben. Die neueſten vortrefflichen Unterſuchungen des Prof. Göppert zu Breslau haben gelehrt, daß die Abndung des römiſchen Sammlers die richtigere war. Vergl. über den foſſilen Bernſteinbaum (Pinites succinifer) einer untergegangenen Pflanzenwelt Kosmos Buch I. S. 149 und Berendt, organiſche Reſte im Bernſtein Bd. I. Abth. 1. 1845 S. 89

schiften, als den Hellenen noch die Straße, die Pindar*) die Gadeirische Pforte nennt, verschlossen war. So wie die Milesier in Osten durch den geöffneten Pontus†) Verbindungen stifteten, durch welche der Landhandel mit dem europäischen und asiatischen Norden und in viel späteren Zeiten mit dem Oxus und Indus belebt wurde, so suchten unter den Hellenen die Samier‡) und Phocäer||) zuerst aus dem Becken des Mittelmeers gegen Westen vorzudringen.

Coläus von Samos wollte nach Aegypten schiffen, wo zu dieser Zeit der vielleicht nur erneuerte Verkehr mit den Griechen unter Psammitichus begonnen hatte. Er wurde durch Oststürme nach der Insel Platea und von da (Herodot fügt bedeutsam hinzu: „nicht ohne göttliche Schickung") durch die Meerenge in den Ocean getrieben. Nicht bloß der Zufall eines unerwarteten Handelsgewinnstes in dem iberischen Tarteſſus, sondern die räumliche Entdeckung, der Eintritt in eine unbekannte, nur mythisch geahndete Welt gab der Begebenheit Größe und Ruf, so weit im Mittelmeer die griechische Zunge verständlich war. Hier, jenseits der Säulen des Hercules (früher Säulen des Briareus, des Aegäon und Kronos genannt), an dem westlichen Erdrande, auf dem Wege zum Elysium und zu den Hesperiden, sah man zuerst die Urwasser des kreisenden Okeanos ¶), in welchem damals noch der Ursprung aller Flüsse gesucht ward.

Am Phasis war der Schiffer wieder an eine den Pontus begrenzende Küste gelangt, jenseits deren er sich einen Sonnenteich fabeln durfte; südlich von Gadeira und Tarteſſus ruhte frei der Blick auf dem Unbegrenzten. Dieser Umstand hat anderthalb Jahrtausende lang der Pforte des inneren Meeres eine eigene Wichtigkeit gegeben. Immerfort nach dem Jenseitigen strebend, haben seefahrende Völker, haben hinter einander Phönicier, Hellenen, Araber, Catalonen, Mayorcaner, Franzosen aus Dieppe und La Rochelle, Genueſer, Venetianer, Portugieſen und Spanier Verſuche gemacht in dem atlantischen Oceane (er galt lange für ein schlammerfülltes, seichtes, nebeliges Dunkelmeer, Mare tenebrosum) vorzudringen: bis gleichsam stationsweise jene südlichen Nationen, von den canarischen Inseln und den Azoren aus, endlich den Neuen Continent erreichten, welchen aber Normannen schon früher und auf anderem Wege erreicht hatten.

Während Alexander den fernen Osten eröffnete, leiteten schon Betrachtungen über die Gestalt der Erde den großen Stagiriten**) auf die Idee der Nähe von Indien zu den Säulen des Hercules; ja Strabo ahndete sogar, „daß in der nördlichen Hemisphäre, vielleicht in dem Parallelkreiſe, welcher durch die Säulen, die Insel Rhodus und Thinä geht, zwiſchen den Küsten des westlichen Europa's und des östlichen Asiens mehrere andere bewohnbare Ländermaſſen††) liegen könnten." Die Angabe einer solchen Oertlichkeit in der fortgesetzten Längenaxe des Mittelmeeres hing mit einer großartigen im Alter-

*) Bei Strabo lib. III, p. 172. (Böckh, Pind. fragm. N. 155.) — Die Fahrt des Coläus von Samos fällt nach Otfr. Müller (Prolegomena zu einer wiſſenſchaftlichen Mythologie) in Ol. 31, nach Letronne's Untersuchung (Essai sur les idées cosmographiques, qui se rattachent au nom d'Atlas p. 9) in Ol. 35, 1 etwa in das Jahr 640. Die Epoche iſt von der Gründung von Cyrene, welche Otfr. Müller (Minyer S. 344, Prolegomena S. 63) zwiſchen Ol. 35 und 37 ſetzt, abhängig, weil man zur Zeit des Coläus (Herod. IV, 152) von Thera noch nicht den Weg nach Libyen kannte. Zumpt ſetzt die Gründung von Carthago 878, die von Gades 1100 vor Chr.

†) Nach Art der Alten (Strabo lib. II, p. 126) nehme ich den ganzen Pontus ſammt der Mäotis, wie erdkundliche und phyſikaliſche Anſichten es erheiſchen, zu dem gemeinſamen Becken des großen Inneren Meeres.

‡) Herod. IV, 152.

||) Herod. I, 163, wo den Phocäern ſogar die Entdeckung von Tarteſſus zugeſchrieben wird; aber die Handelsunternehmung der Phocäer war nach Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. I, 1. S. 40) 70 Jahre ſpäter als Coläus von Samos.

¶) Nach einem Fragmente des Phavorinus ſind die Wörter ὠκεανός (und alſo auch ὠγήν) keineswegs griechiſch, ſondern von den Barbaren entlehnt (Spohn de Nicephor. Blemm. duobus opusculis 1818 p. 23). Mein Bruder glaubte, daß ſie mit den Sanskritwurzeln ogha und ogh zuſammenhangen. (S. Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 33 und 182).

**) Ariſtot. de Coelo II, 14 (pag. 298,b Bekk.), Meteor. II, 5 (pag. 362 Bekk.); vergl. mein Examen critique T. I. p. 125—130. Seneca wagt zu ſagen (Nat. Quaest. in praefat. 11): „contemnet curiosus spectator domicilii (terrae) angustias. Quantum enim est quod ab ultimis littoribus Hispaniae usque ad Indos jacet? *Paucissimorum dierum spatium*, si navem suus ventus implevit." (Examen crit. T. I. p. 158.

††) Strabo lib. I pag. 65 und 118 Caſaub. (Examen crit. T. I. p. 152.)

oder noch ausführlicher Diodor von Sicilien) der anmuthigen Inseln erwähnen, die man für die canarischen halten kann, wird großer Stürme gedacht, welche die zufällige Entdeckung veranlaßt haben. Phönicische und carthagische Schiffe, heißt es, „welche nach den (damals schon vorhandenen) Niederlassungen an der Küste Libyens segelten," wurden in das Meer hinausgetrieben. Die Begebenheit soll sich in der frühen Zeit der tyrrhenischen Seeherrschaft, in der des Streites zwischen den tyrrhenischen Pelasgern und den Phöniciern zugetragen haben. Statius Sebosus und der numidische König Juba nannten zuerst die einzelnen Inseln, aber leider nicht mit punischen Namen, wenn auch gewiß nach Notizen, die aus punischen Büchern geschöpft waren. Weil Sertorius, aus Hispanien vertrieben, nach Verlust seiner Flotte sich mit den Seinen „nach einer Gruppe von nur zwei atlantischen Inseln, 10000 Stadien im Westen vom Ausflusse des Bätis," retten wollte, so hat man vermuthet, Plutarch habe die beiden Inseln Porto Santo und Madera gemeint*), welche Plinius nicht undeutlich als Purpurariae bezeichnet. Die heftige Meeresströmung, welche jenseits der Hercules-Säulen von Nordwesten gegen Südost gerichtet ist, konnte allerdings die Küstenfahrer lange hindern die vom Continent entferntesten Inseln, von denen nur die kleinere (Porto Santo) im 15ten Jahrhundert bevölkert gefunden ward, zu entdecken. Der Gipfel des großen Vulkans von Teneriffa hat, wegen der Erdkrümmung, auch bei einer starken Strahlenbrechung von den phönicischen Schiffern, die an der Continentalküste hinschifften, nicht gesehen werden können; wohl aber nach meinen Untersuchungen von den mäßigen Anhöhen, welche das Cap Bojador umgeben†), besonders bei Feuersausbrüchen und durch den Reflex eines hohen über dem Vulkan stehenden Gewölkes. Behauptet man doch in Griechenland in neueren Zeiten Ausbrüche des Aetna vom Gebirge Taygetos aus gesehen zu haben‡).

---

*) Ich habe diesen oft bestrittenen Gegenstand wie die Stellen des Diodor (V, 19 und 20) und Pseudo-Aristoteles (Mirab. Auscult. cap. 85 pag. 172, Bekk.) an einem anderen Orte umständlich behandelt (Examen crit. T. I. p. 130—139, T. II. p. 158 und 169 T. III. p. 137—140). Die Compilation der Mirab. Auscult. scheint älter als das Ende des ersten punischen Krieges, da sie (cap. 105 pag. 211) Sardinien unter der Botmäßigkeit der Carthager schildert. Merkwürdig ist auch, daß die waldreiche Insel, deren dieses Werk erwähnt, als unbewohnt (also von Guanschen unbevölkert) beschrieben wird. Guanschen (Guanches) bewohnten die ganze Gruppe der canarischen Inseln; aber in der That nicht die Insel Madera, auf welcher weder Johann Gonzalves und Tristan Vaz 1519, noch der frühere Robert Masham mit Anna Dorset (falls ihre Robinsonade geschichtlich sicher ist) Einwohner fanden. Heeren bezieht die Beschreibung des Diodor auf Madera allein, doch in dem mit punischen Schriften so vertrauten Festus Avienus (v. 164) glaubt er die häufigen vulkanischen Erderschütterungen des Pics von Teneriffa (Ideen über Politik und Handel Th. II. Abth. 1. 1862 S. 106) erkennen zu dürfen. Dem geographischen Zusammenhange nach scheint mir in der Darstellung des Avienus (Examen critique T. III. p. 138) eine nördlichere Gegend, vielleicht selbst im Kronischen Meere gemeint zu sein. Der punischen Quellen, die Juba benutzte, erwähnt auch Ammianus Marcellinus XXII, 15. Ueber die Wahrscheinlichkeit des semitischen Ursprungs der Benennung der canarischen Inseln (der Hundeinseln des lateinisch etymologisirenden Plinius!) s. Credner, die biblische Vorstellung vom Paradiese in Illgen's Zeitschr. für die historische Theologie Bd. VI. 1836 S. 166–186. Am gründlichsten und literarisch vollständigsten ist neuerlichst alles, was von den ältesten Zeiten bis zum Mittelalter über die canarischen Inseln geschrieben worden ist, zusammengestellt worden in einer Arbeit von Joaquim José da Costa de Macedo unter dem Titel: Memoria em que se pretende provar que os Arabes não conhecerão as Canarias antes dos Portuguezes, 1841. Wenn neben den Sagen die Geschichte schweigt, ist so fern sie auf sichere und bestimmt ausgedrückte Zeugnisse gegründet ist, so bleiben nur verschiedene Abstufungen der Wahrscheinlichkeit übrig; ein absolutes Ablängnen alles Thatsächlichen in der Weltgeschichte, wo die Zeugnisse unbestimmter sind, scheint mir aber keine glückliche Anwendung der philologischen und historischen Kritik zu sein. Die vielen uns aus dem Alterthume überkommenen Angaben und eine genaue Erwähnung der nämlichen Verhältnisse, besonders der großen Nähe des afrikanischen, unbestreitbaren Ansiedlungen der afrikanischen Küste lassen mich glauben an eine Kenntniß der canarischen Inselgruppe bei den Phöniciern, Carthagern, Griechen und Römern, vielleicht selbst bei den Etruskern.

†) Vergl. die Berechnungen in meiner Rel. hist. T. I. p. 140 und 287. Der Pic von Teneriffa ist 2°89' im Bogen von dem nächsten Punkte der afrikanischen Küste entfernt. Bei einer Annahme mittlerer Strahlenbrechung von 0,08 kann der Gipfel des Pics also von einer Höhe von 202 Toisen gesehen werden, also von den Montañas negras unfern des Vorgebirges Bojador. In dieser Rechnung ist der Pic zu 1904' über der Meeresfläche angenommen. Neuerlichst haben ihn trigonometrisch Capitän Vidall 1940, die Herren Couvrent und Dumoulin barometrisch 1900' hoch gefunden (d'Urville, Voyage au Pol Sud, Hist. T. I. 1842 p. 31 und 32). Aber Lanzerote mit einem 300' hohen Vulkan, la Conca (Leop. v. Buch, canarische Inseln S. 104) und Fuerteventura liegen der Küste viel näher als Teneriffa: die erste dieser Inseln in 1° 15', die zweite in 1° 2' Entfernung.

‡) Roß hat der Behauptung nur als einer Sage erwähnt, in Hellenika Bd. I. S. XI. Sollte die Beobachtung nicht auf einer bloßen Täuschung beruht haben? Wenn man die Höhe des Aetna über dem Meere zu 1704 Toisen (Br. 37° 45', Länge 12° 41' von Paris), die des Beobachtungsortes auf dem Taygetus

In der Aufzählung der Elemente einer erweiterten Erdkenntniß, welche früh den Griechen aus anderen Theilen des mittelländischen Meerbeckens zuströmten, sind wir bisher den Phöniciern und Carthagern in ihrem Verkehr mit den nördlichen Zinn- und Bernsteinländern wie in ihren der Tropengegend nahen Ansiedelungen an der Westküste von Afrika gefolgt. Es bleibt uns übrig an eine Schifffahrt gegen Süden zu erinnern, welche die Phönicier tausend geographische Meilen östlich von Cerene und Hanno's Westhorne weit über den Wendekreis in das praſodische und indische Meer führte. Mag auch Zweifel über die Localisirung der Namen von fernen Goldländern (Ophir und Supara) übrig bleiben, mögen diese Goldländer die Westküste der indischen Halbinsel oder die Ostküste von Afrika sein: immer ist es gewiß, daß derselbe regsame, alles vermittelnde, früh mit Buchstabenschrift ausgerüstete semitische Menschenstamm von den Kassiteriden an bis südlich von der Straße Bab-el-Mandeb tief innerhalb der Tropen-Region in Contact mit den Erzeugnissen der verschiedenartigsten Klimate trat. Tyrische Wimpel wehten zugleich in Britannien und im indischen Ocean. Die Phönicier hatten Handelsniederlassungen in dem nördlichsten Theile des arabischen Meerbusens in den Häfen von Elath und Ezion-Geber, wie im persischen Meerbusen zu Aradus und Tylos, wo nach Strabo Tempel standen, im Styl der Architectur denen am Mittelmeer ähnlich*). Auch der Caravanenhandel, welchen die Phönicier trieben, um Gewürze und Weihrauch zu holen, war über Palmyra nach dem glücklichen Arabien und dem chaldäischen oder nabatäischen Gerrha am westlichen oder arabischen Gestade des persischen Meerbusens gerichtet.

Von Ezion-Geber aus gingen die Hiram-Salomonischen Expeditionen, gemeinschaftliche Unternehmungen der Tyrier und Israeliten, durch die Meerenge Bab-el-Mandeb nach Ophir (Opheir, Sophir, Sophara, das sanskritische Supara†) des Ptolemäus). Der prachtliebende Salomo ließ eine Flotte am Schilfmeere bauen, Hiram gab ihm seekundige phönicische Schiffsleute und auch tyrische Schiffe, Tarschischfahrer‡). Die Waaren, welche aus Ophir zurückgebracht wurden, waren Gold, Silber, Sandelholz (algummim), Edelgesteine, Elfenbein, Affen (kophim) und Pfauen (thukkiim). Die Namen für diese Waaren sind nicht hebräisch, sondern indisch ||). Nach den scharfsinnigen Unter-

---

Elias-Berge zu 1236 Toisen (Br. 36° 57', Länge 20° 1') und die Entfernung beider 88 geogr. Meilen annimmt, so ergeben sich für die Höhe des Punktes, von welchem der Lichtstrahl über dem Aetna ausging, um auf dem Taygetos gesehen zu werden, volle 7612 Toisen, also 4¼mal die Höhe des Aetna. Könnte man dagegen, bemerkt mein Freund Herr Professor Encke, den Reflex einer zwischen dem Aetna und Taygetos stehenden reflectirenden Fläche, d. i. den Reflex eines Gewölks annehmen, das 46 Meilen vom Aetna und 42 Meilen vom Taygetos entfernt wäre, so brauchte die Höhe der reflectirenden Fläche über dem Meeresspiegel nur 286 Toisen zu sein.

*) Strabo lib. XVI, p. 767 Casaub. Nach Polybius sollte man vom Gebirge Aimon den Pontus und das Adriatische Meer sehen können, was schon Strabo (lib. VII p. 313) bespöttelt. (Vergl. Scymnus p. 93.)

†) Ueber die Synonymie von Ophir s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 42. Ptolemäus hat lib. VI cap. 7 p. 156 ein Sapphara, Metropolis von Arabien, und lib. VII cap. 1 p. 168 Supara im Golf von Camboya (Barigazenus sinus, nach Hesychius), „eine an Gold reiche Gegend!" Supara bedeutet indisch Schönufer. (Lassen, Diss. de Taprobrane p. 18 und indische Alterthumskunde Bd. I. S. 197; Keil, Professor in Dorpat, über die Hiram-Salomonische Schifffahrt nach Ophir und Tarsis S. 40—43.)

‡) Ob Tarsisschiffe Weltmeerschiffe sind? ob sie, was Michaelis bestreitet, vom phönicischen Tarsus in Cilicien ihren Namen haben? S. Keil S. 7, 15—22 und 71—84.

||) Gesenius, Thesaurus linguae hebr. T. I. p. 141 und derselbe in der Encykl. von Ersch und Gruber Sect. III. Th. IV. S. 401; Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 538; Reinaud, Relation des Voyages faits par les Arabes dans l'Inde et en Chine T. I. 1845 p. XXVIII. Der gelehrte Quatremère, der Ophir in einer ganz neuerlich erschienenen Abhandlung (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 349—402 wieder wie Heeren für die östliche Küste von Afrika hält, erklärt das Wort thukkiim (thukkiyyim) nicht durch Pfau, sondern durch Papagai oder Perlhuhn (p. 375). Ueber Sokotora vergl. Bohlen, das alte Indien Th. II. S. 139 mit Benfey, Indien S. 30—32. Sofala wird von Edrisi (in Amédée Jaubert's Uebersetzung T. I. p. 67) und später nach Gama's Entdeckungsreise von den Portugiesen (Barros Dec. I. liv. X cap. 1 (P. 2.) p. 375; Külb, Geschichte der Entdeckungsreisen Th. I. 1841 S. 236) als ein goldreiches Land beschrieben. Ich habe an einem anderen Orte darauf aufmerksam gemacht, daß Edrisi in der Mitte des 12ten Jahrhunderts von der Anwendung des Quecksilbers in den Goldwäschen der Neger dieser Gegend als einer längst eingeführten Amalgamations-Methode spricht. Wenn man der häufigen Verwechselung von r und l gedenkt, so findet sich der Name des ost-afrikanischen Sofala vollkommen wieder in der Form Sophara, welche für das Salomonisch-Hiramsche Ophir in der Uebertragung der Septuaginta neben mehreren anderen Formen vorkommt. Auch Ptolemäus kennt, wie wir schon oben (s. Anmerkung †) erwähnt, ein Sapphara in Arabien (Ritter, Asien Bd. VIII, 1. 1846 S. 252) und

ſuchungen von Geſenius, Benfey und Laſſen iſt es überaus wahrſcheinlich, daß die durch ihre Colonien am perſiſchen Meerbuſen und ihren Verkehr mit den Gerrhäern der periodiſch wehenden Monſune früh kundigen Phönicier die weſtliche Küſte der indiſchen Halbinſel beſuchten. Chriſtoph Columbus war ſogar überzeugt, daß Ophir (Salomo's Eldorado) und der Berg Sopora ein Theil von Oſt-Aſien, von der Chersonesus aurea des Ptolemäus ſei*). Wenn es ſchwierig ſcheint ſich Vorder-Indien als eine ergiebige Quelle des Goldes zu denken, ſo glaube ich, daß man, nicht etwa an die „goldſuchenden Ameiſen" oder an Kteſias unverkennbare Beſchreibung eines Hüttenwerkes, in welchem aber nach ſeinem Vorgeben Gold und Eiſen zugleich geſchmolzen wurde†), ſondern nur an die Verhältniſſe der geographiſchen Nähe des ſüdlichen Arabiens, der von indiſchen Anſiedlern bebauten Inſel des Dioscorides (Diuzokotora der Neueren, Verſtümmelung des ſanskritiſchen Dvipa Sukhatara), und an die goldführende oſt-afrikaniſche Küſte von Sofala zu erinnern braucht. Arabien und die eben genannte Inſel, ſüdöſtlich von der Meerenge Bab-el-Mandeb, waren für den phöniciſch-jüdiſchen Handelsverkehr gleichſam vermittelnde Elemente zwiſchen der indiſchen Halbinſel und Oſt-Afrika. In dieſem hatten ſich ſeit den älteſten Zeiten Inder wie auf einer ihrem Vaterlande gegenüberſtehenden Küſte niedergelaſſen, und die Ophirfahrer konnten in dem Baſſin des erythräiſch-indiſchen Meeres andere Quellen des Goldes als Indien ſelbſt finden.

Nicht ſo vermittelnd als der phöniciſche Stamm, auch den geographiſchen Geſichtskreis weniger erweiternd, und früh ſchon unter dem griechiſchen Einfluſſe eines ſeewärts einbrechenden Stromes pelasgiſcher Tyrrhener, zeigt ſich uns das düſtre, ſtrenge Volk der Tuſker. Es trieb einen nicht unbeträchtlichen Landhandel durch das nördliche Italien über die Alpen, da wo eine heilige Straße‡) von allen umwohnenden Stämmen geſchützt wurde, nach fernen Bernſteinländern. Faſt auf demſelben Wege ſcheint das tuſciſche Urvolk der Raſener aus Rhätien an den Padus und weiter ſüdlich gelangt zu ſein. Am wichtigſten iſt für uns nach dem Standpunkte, den wir hier einnehmen, um immer das Allgemeinſte und Dauerndſte zu erfaſſen, der Einfluß, welchen das Gemeinweſen Etruriens auf die älteſten römiſchen Staatseinrichtungen und ſo auf das ganze römiſche Leben ausgeübt hat. Man darf ſagen, daß ein ſolcher Reflex (in ſo fern er durch das Römerthum die Bildung der Menſchheit gefördert oder wenigſtens auf Jahr-

---

ein Suvara in Indien. Auf nahe oder gegenüberſtehende Küſten hatte, wie wir noch heute ähnliche Verhältniſſe in dem ſpaniſch und engliſch redenden Amerika wiederfinden, das Mutterland ſeine eigenen bedeutſamen Sanskritnamen reflectirt. Das Gebiet des Ophirhandels konnte alſo nach meiner Anſicht ebenſo erweitert werden, wie eine phöniciſche Tarteſſusfahrt Cyrene und Carthago, Gadeira und Cerne, und eine Kaſſiteridenfahrt zugleich die Artabrer, Britannien und die cimbriſche Oſtküſte berühren konnte. Auffallend iſt es immer, daß Weihrauch, Gewürze, Seide und baumwollene Zeuge nicht unter den Ophirwaaren neben Elfenbein, Affen und Pfauen genannt werden. Die letzten ſind ausſchließlich indiſch, wenn ſie auch wegen ihrer allmäligen Verbreitung gegen Weſten von den Griechen oft mediſche und perſiſche Vögel genannt worden ſind, ja die Samier ſogar wegen der im Heiligthum der Here von Prieſtern genährten Pfauen ſie für urſprünglich ſamiſch hielten. Aus einer Stelle des Euſtathius (Comm. in Iliad. T. IV. p. 225 ed. Lips. 1827) über die Heiligkeit der Pfauen in Libyen hat man mit Unrecht ſchließen wollen, daß der ταώς auch Afrika angehöre.

*) S. Columbus über Ophir und el Monte Sopora, „den Salomo's Flotte erſt in drei Jahren erreichen konnte." in Navarrete Viages y descubrimientos que hicieron los Españoles T. I. p. 103. An einem anderen Orte ſagt der große Entdecker, immer in der Hoffnung, Ophir zu erreichen: „Die Herrlichkeit und Macht des Goldes von Ophir ſind unbeſchreiblich. Wer es beſitzt, thut was er will in dieſer Welt; ja, es öffnet ihm ſogar, die Seelen aus dem Fegefeuer in das Paradies zu ziehen (llega á que echa las animas al paraiso)." Carta del Almirante escrita en la Jamaica 1503 (Navarrete T. I. p. 309). — Vergl. mein Examen critique T. I. p. 70 und 109, T. II. p. 38—44, und über die eigentliche Dauer der Tarſchiſchfahrt Kritik S. 106.

†) Ctesiae Cnidii Operum Reliquiae ed. Felix Bahr 1824 cap. 4 und 12 p. 248, 271 und 300. Aber die aus einheimiſchen Quellen geſammelten und deshalb gar nicht ſo verwerflichen Nachrichten des Arztes am perſiſchen Hofe beziehen ſich auf Gegenden im Norden von Indien, und aus dieſen müßte das Gold der Daradas auf vielen Umwegen nach Abhira, nach der Indus-Mündung und der Malabar-Küſte gelangt ſein; vergl. meine Asie centrale T. I. p. 157 und Laſſen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 5. Sollte die wunderſame Angabe des Kteſias von einer indiſchen Quelle, in deren Grunde man Eiſen, und zwar ſehr ſchmiedbares fände, wenn das flüſſige Gold abgelaufen iſt, ſich nicht auf die mißverſtandene Erzählung von einem Hüttenwerke gründen? Man hielt das geſchmolzene Eiſen ſeiner Farbe wegen für Gold, und wenn nun die gelbe Farbe beim Erkalten verſchwunden war, fand man die ſchwarze Eiſenmaſſe darunter.

‡) Ariſtot. Mirab. Auscult. cap. 86 und 111, pag. 175 und 225 Bekk.

hunderte eigenthümlich gestempelt hat) in seinen abgeleiteten und entfernten Aeußerungen politisch noch heute fortwirkt*).

Ein eigenthümlicher, hier besonders zu bezeichnender Charakterzug des tuscischen Stammes war die Neigung zu einem innigen Verkehr mit gewissen Naturerscheinungen. Die Divination (das Geschäft der ritterlichen Priestercaste) veranlaßte eine tägliche Beobachtung der meteorologischen Processe des Luftkreises. Die Blitzschauer (Fulguratoren) beschäftigten sich mit Erforschung der Richtung der Blitze, dem „Herabziehen" und dem „Abwenden" derselben†). Sie unterscheiden sorgfältig Blitze aus der hohen Wolkenregion von denen, welche Saturn, ein Erdgott‡), von unten aufsteigen läßt und die man saturnische Erdblitze nannte: ein Unterschied, welchen die neuere Physik wieder einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat. So entstanden officielle Verzeichnisse täglicher Gewitter-Beobachtungen‖). Auch die von den Tuskern geübte Kunst des Wasserspürens (aquaelicium) und Quellen-Hervorlockens setzte bei den Aquilegen eine aufmerksame Erforschung natürlicher Merkmale der Schichtung des Gesteins und der Unebenheiten des Bodens voraus. Diodor preist deshalb die Tusker als forschende Naturkundige. Wir wollen zu diesem Lobe hinzusetzen, daß die vornehme und mächtige Priestercaste von Tarquinii das seltsame Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten hat.

Wir haben, ehe wir zu den Hellenen, zu dem hochbegabten Stamme übergehen, in dessen Cultur die unsrige am tiefsten wurzelt und aus dessen Ueberlieferungen wir einen wichtigen Theil aller früheren Völkerkunde und Weltansicht schöpfen, die alten Sitze der Menschenbildung in Aegypten, Phönicien und Etrurien genannt. Wir haben das Becken des Mittelmeers in seiner eigenthümlichen Gestaltung und Weltstellung, in dem Einfluß dieser Verhältnisse auf den Handelsverkehr mit der Westküste von Afrika, mit dem hohen Norden, mit dem arabisch-indischen Meere betrachtet. An keinem Punkte der Erde ist mehr Wechsel der Macht und unter geistigem Einfluß mehr Wechsel eines bewegten Lebens gewesen. Die Bewegung hat sich durch Griechen und Römer, besonders seitdem letztere die phönicisch-carthagische Macht gebrochen, weit und dauernd fortgepflanzt. Dazu ist das, was wir den Anfang der Geschichte nennen, nur das Selbstbewußtsein später Generationen. Es ist ein Vorzug unserer Zeit, daß durch glänzende Fortschritte in der allgemeinen und vergleichenden Sprachkunde, durch das sorgfältigere Aufsuchen der Monumente und die sichrere Deutung derselben sich der Blick des Geschichtsforschers täglich erweitert, daß schichtweise sich

---

*) Die Etrusker von Otfried Müller Abth. II. S. 330; Niebuhr, römische Geschichte Th. II. S. 380.

†) Wenn man ehemals in Deutschland dem Pater Angelo Cortenovis nachfabelte, daß das von Varro beschriebene, mit einem ehernen Hut und ehernen herabhangenden Ketten gezierte Grabmal des Helden von Clusium, Lars Porsena, ein atmosphärischer Electricitäts-Sammler oder ein Blitzableitungs-Apparat (wie nach Michaelis die metallenen Spitzen auf dem Salomonischen Tempel) gewesen sei; so geschah dies zu einer Zeit, in der man den alten Völkern gern die Reste einer Kunstfertigkeit, bald aber wieder verdunkelten Ursprungs zuschrieb. Ueber den nicht schwer aufzufindenden Verkehr zwischen Blitz und leitenden Metallen scheint mir noch immer die wichtigste Notiz die des Ktesias (Indica cap. 4 pag. 169 ed. Lion, pag. 248 ed. Baehr) zu sein. „Er habe," heißt es, „zwei eiserne Schwerdter besessen, Geschenke des Königs (Artaxerxes Mnemon) und dessen Mutter (Parysatis): Schwerdter, welche, in die Erde gepflanzt, Gewölk, Hagel und Blitzstrahlen abwendeten. Er habe die Wirkung selbst gesehen, da der König zweimal vor seinen Augen das Experiment gemacht." — Die genaue Aufmerksamkeit der Tusker auf die meteorischen Processe des Luftkreises, auf alles, was von der gewöhnlichen Naturerscheinung abwich, macht es gewiß beklagenswerth, daß von den Fulgural-Büchern nichts auf uns gekommen ist. Die Epochen der Erscheinung großer Cometen, des Falls von Meteorsteinen und Sternschnuppenschwärmen waren gewiß darin eben so aufgezeichnet als in den von Eduard Biot benutzten älteren chinesischen Annalen. Creuzer (Symbolik und Mythologie der alten Völker Th. III. 1842 S. 659) hat zu zeigen gesucht, wie die Naturbeschaffenheit von Etrurien auf die eigenthümliche Geistesrichtung der Bewohner wirken konnten. Ein Hervorlocken der Blitze, welches dem Prometheus zugeschrieben wird, erinnert an das sonderbare vorgebliche Herabziehen der Blitze durch die Fulguratoren. Es bestand aber diese Operation in einem bloßen Herabbeschwören, und mag wohl nicht wirksamer gewesen sein als der abgehäutete Eselskopf, durch den nach tuscischen Religionsgebräuchen man sich vor einem Ungewitter schützen konnte.

‡) Otfr. Müller, Etrusker Abth. II. S. 162 bis 178. Nach der sehr verwickelten etruscischen Auguraltheorie unterschied man die sanft erinnernden Blitze, welche Jupiter aus eigener Machtvollkommenheit sendet, von den heftigeren electrischen Zuchtmitteln, die Jupiter constitutionsmäßig nur nach vorhergehender Berathung aller zwölf Götter senden durfte (Seneca, Nat. Quaest. II. 41).

‖) Joh. Lydus de Ostentis ed. Hase pag. 18 in praefat.

ein höheres Alterthum unſeren Augen zu offenbaren beginnt. Neben den Culturvölkern des Mittelmeers, die wir oben aufgeführt, zeigen noch manche andere Stämme Spuren alter Bildung: in Vorder-Aſien die Phrygier und Lycier, im äußerſten Weſten die Turduler und Turdetaner*). Von dieſen ſagt Strabo: „ſie ſind die gebildetſten aller Iberer, bedienen ſich der Schreibkunſt und haben Schriftbücher alter Denkzeit, auch Gedichte und Geſetze in Versmaaß, denen ſie ein Alter von ſechstauſend Jahren beilegen.“ Ich habe bei dieſem einzelnen Beiſpiele verweilt, um daran zu erinnern, wie vieles von einer alten Cultur ſelbſt bei europäiſchen Nationen für uns ſpurlos verſchwunden iſt, wie die Geſchichte der früheſten Weltanſchauung auf einen engen Kreis beſchränkt bleibt.

Ueber den 48ſten Breitengrad hinaus, nördlich vom aſowſchen und caſpiſchen Meere, zwiſchen dem Don, der nahen Wolga und dem Jaik, wo dieſer dem goldreichen ſüdlichen Ural entquillt, ſind Europa und Aſien durch flache Steppenländer wie in einander verfloſſen. Auch betrachtet Herodot wie ſchon Pherecydes von Syros das ganze nördliche ſcythiſche Aſien (Sibirien) als zum ſarmatiſchen Europa gehörig†), ja als Europa ſelbſt. Gegen Süden iſt unſer Erdtheil von Aſien ſcharf getrennt; aber die weit vorgeſtreckte kleinaſiatiſche Halbinſel wie der formreiche Archipelagus des ägäiſchen Meeres (gleichſam eine Völkerbrücke zwiſchen zwei Welttheilen) haben den Menſchenſtämmen, den Sprachen und der Geſittung leichten Uebergang gewährt. Vorder-Aſien iſt ſeit der früheſten Zeit die große Heerſtraße von Oſten her einwandernder Völker geweſen, wie der Nordweſten von Hellas die Heerſtraße vordringender illyriſcher Stämme war. Die ägäiſche Inſelwelt, welche theilweiſe nach einander phöniciſcher, perſiſcher und griechiſcher Herrſchaft unterlag, war das vermittelnde Glied zwiſchen dem Griechenthum und dem fernen Orient.

Als das phrygiſche Reich dem lydiſchen und dieſes dem Perſerreiche einverleibt wurde, erweiterte der Contact den Ideenkreis der aſiatiſchen und europäiſchen Griechen. Die perſiſche Weltherrſchaft erſtreckte ſich durch die kriegeriſchen Unternehmungen des Cambyſes und Darius Hyſtaspis von Cyrene und dem Nil bis in die Fruchtländer des Euphrats und des Indus. Ein Grieche, Scylax von Karyanda, wurde gebraucht, den Lauf des Indus von dem damaligen Gebiete von Kaſchmir (Kaspapyrus ‡) bis zu ſeiner Mündung zu erforſchen. Der Verkehr der Griechen mit Aegypten (mit Naucratis und dem peluſiſchen Nilarme) war ſchon lebhaft vor der perſiſchen Eroberung, er war es unter Pſammitich und Amaſis ||). Die hier geſchilderten Verhältniſſe entzogen viele Griechen dem heimiſchen Boden, nicht etwa bloß bei Stiftung von fernen Colonien, deren wir ſpäter erwähnen werden, ſondern um als Söldner den Kern fremder Heere zu bilden: in Carthago ¶), Aegypten, Babylon, Perſien und dem bactriſchen Orus-Lande.

Ein tieferer Blick in die Individualität und volksthümliche Geſtaltung der verſchiedenen griechiſchen Stämme hat gezeigt, daß, wenn bei den Dorieern und theilweiſe bei den Aeoliern eine ernſte, faſt innungsartige Abgeſchloſſenheit herrſcht, dem heiteren ioniſchen Stamme dagegen ein durch Forſchbegier und Thatkraft unaufhaltſam angeregtes, nach innen und außen bewegtes Leben zuzuſchreiben iſt. Von objectiver Sinnesart geleitet, durch Dichtung und Kunſt phantaſiereich verſchönert, hat das ioniſche Leben überall, wo es in den Pflanzſtädten verbreitet war, die wohlthätigen Keime fortſchreitender Bildung ausgeſtreut.

War dem Charakter der griechiſchen Landſchaft**) der eigenthümliche Reiz einer

*) Strabo lib. III. p. 139 Caſaub. Vergl. Wilhelm von Humboldt über die Urbewohner Hiſpaniens 1821 S. 123 und 131—136. Mit der Entzifferung des iberiſchen Alphabets hat ſich neuerlichſt Herr de Sauley glücklich beſchäftigt, wie der ſcharfſinnige Entdecker der Keilſchrift Groteſend mit den Phrygiern und Sir Charles Fellows mit den Lyciern. (Vergl. Roß, Hellenika 1846 Bd. I. S. XVI.)

†) Herod. IV, 42 (Schweighäuſer ad Herod. T. V. p. 204). Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 54 und 577.

‡) Ueber die wahrſcheinlichſte Etymologie von Kaspapyrus des Hecataus (Fragm. ed. Klauſen Nr. 179 v. 94) und Kaspatyrus des Herodot (III, 102 und IV, 44) ſ. meine Asie centrale T. I. p. 101—104.

||) Pſemetek und Achmes, ſ. oben Kosmos Buch II. S. 254.

¶) Droyſen, Geſchichte der Bildung des helleniſtiſchen Staatenſyſtems 1843 S. 23.

**) Kosmos Buch II. S. 195.

zweibuckligen Kameele, dem Hippardion, das man für den Jagdtiger (Guepard) hält, und von dem indischen Büffel zu haben scheint, welcher letzte erst zur Zeit der Kreuzzüge in Europa eingeführt wurde. Es ist aber zu bemerken, daß gerade der Geburtsort jenes merkwürdig großen Hirsches mit der Pferdemähne, den Diard und Duvaucel aus dem östlichen Indien an Cuvier geschickt haben und welchem dieser sogar den Namen Cervus Aristotelis gegeben hat, nach des Stagiriten eigener Angabe nicht die von Alexander durchzogene indische Pentapotamia ist, sondern Arachosien, eine Landschaft westlich von Kandahar, die mit Gedrosien eine altpersische Satrapie ausmachte*). Sollten nicht die der Mehrzahl nach so kurzen Nachrichten über die Gestalt und die Sitten der oben genannten Thiere dem Aristoteles, ganz unabhängig von dem macedonischen Heerzuge, aus Persien und dem weltverbrennden Babylon überliefert worden sein? Bei gänzlicher Unbekanntschaft mit der Bereitung des Alkohols†) konnten ohnedies nur Felle und Knochen, nicht aber weiche, der Zergliederung fähige Theile aus dem fernen Asien nach Griechenland geschickt werden. So wahrscheinlich es übrigens auch ist, daß Aristoteles zur Förderung seiner physikalischen und naturbeschreibenden Studien, zur Herbeischaffung eines ungeheuren zoologischen Materials aus dem gesammten Griechenland und aus den griechischen Meeren, ja zur Gründung der für seine Zeit einzigen Büchersammlung, die an Theophrast und später an Neleus von Skepsis überging, von Philippus und Alexander die freigebigste Unterstützung erhalten habe; so sind doch wohl die Geschenke von achthundert Talenten und die „Beköstigung so vieler tausend Sammler, Aufseher von Fischteichen und Vogelhüter" nur für späte

*) Die im Texte genannten fünf Thiere und unter ihnen vorzüglich den Hippelaphus (Pferd-Hirsch mit langer Mähne), das Hippardion, das bactrische Kameel und den Büffel führt Cuvier als Beweise der späteren Abfassung der Historia Animalium des Aristoteles an (Hist. des Sciences nat. T. I. p. 154). Cuvier unterscheidet in dem 4ten Bande seiner vortrefflichen Recherches sur les ossemens fossiles 1823 p. 40—43 und p. 502 zwischen zwei gemähnten Hirschen Asiens, die er Cervus hippelaphus und Cervus Aristotelis nennt. Anfangs hielt er den ersteren, von welchem er ein lebendiges Exemplar in London gesehen, und von welchem Diard ihm Felle und Geweihe aus Sumatra geschickt hatte, für den hippelaphos des Aristoteles aus Ktesias (Hist. de Animal. II, 2 § 3 und 4, T. I. pag. 43—44 Schneider); später schien ihm ein von Duvaucel aus Bengalen gesandter Hirschkopf, der Zeichnung des ganzen großen Thieres nach, noch mehr mit der Beschreibung des Stagiriten vom Hippelaphus übereinzustimmen. Letzterer, einheimisch in dem bengalischen Gebirge Sylhet, in Nepaul und östlich vom Indus, erhielt nun den Namen Cervus Aristotelis. Wenn in demselben Capitel, in welchem Aristoteles von gemähnten Thieren im Allgemeinen redet, neben dem Pferd-Hirsch (Equicervus) auch der indische Guepard oder Jagdtiger (Felis jubata) bezeichnet sein soll, so ist, wie Schneider (T. III. p. 66) will, die Lesart κάρφιον der τὸ ἐστιγμένον vorzuziehen. Die letztere Lesart würde am besten, wie auch Pallas (Spicileg. zool. fasc. I. p. 4) meint, auf die Giraffe zu deuten sein. — Hätte Aristoteles den Guepard selbst gesehen und nicht bloß beschrieben hören, wie würde er die nicht retractilen Klauen bei einem katzenartigen Thiere unerwähnt gelassen haben! Eben so ist es auffallend, daß der immer so genaue Aristoteles, wenn er wirklich (wie August Wilhelm von Schlegel behauptet) „nahe bei seiner Wohnung zu Athen eine Menagerie gehabt und einen von den bei Arbela erbeuteten Elefanten selbst zergliedert" hätte, die kleine Oeffnung neben den Schläfen, in welcher besonders zur Brunstzeit des Elefanten eine starkriechende Flüssigkeit abgesondert wird und auf welche die indischen Dichter so oft anspielen, nicht beschrieben habe (Schlegel's Indische Bibliothek Bd. I. S. 163—166). Ich erinnere an diesen scheinlich scheinenden Umstand hier besonders deshalb, weil uns die eben genannte Drüsenöffnung zunächst aus Berichten des Megasthenes (Strabo lib. XV pag. 704 und 705 Casaub.) bekannt war und doch gewiß Niemand darum diesem eine anatomische Kenntniß zuschreiben wird. Ich finde in den verschiedenen zoologischen Werken des Aristoteles, welche auf uns gekommen sind, nichts, was auf Selbstbeobachtung an Elephanten oder gar auf Zergliederung derselben zu schließen nöthigte. Indeß ist die Möglichkeit, daß die Historia Animalium, wenn sie auch am wahrscheinlichsten schon vor dem kleinasiatischen Feldzuge Alexanders vollendet war, doch, wie Stahr will (Aristotelia Th. II. S. 98), bis zu dem Lebensende des Verfassers (Ol. 114, 3, also drei Jahre nach dem Tode des großen Eroberers) durch Zusätze habe vervollständigt werden können, keineswegs zu läugnen; es fehlt aber an directen Zeugnissen dafür. Alles, was wir von dem Briefwechsel des Aristoteles besitzen, ist unächt (Stahr Th. I. S. 194—208, Th. II. S. 169—234), und Schneider sagt mit großer Zuversicht Hist. de Animal. T. I. p. XL), „hoc enim tanquam certissimum sumere mihi licebit, scriptas comitum Alexandri notitias post mortem demum regis fuisse vulgatas."

†) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß, wenn auch die Zerlegung des geschwefelten Quecksilbers durch Destillation schon im Dioscorides (Mat. medica V, 110 p. 667 Saracen.) beschrieben ist, doch die erste Beschreibung der Destillation einer Flüssigkeit (bei künstlicher Versüßung des Seewassers) sich in dem Commentar des Alexander von Aphrodisias zu dem Buche de Meteorol. des Aristoteles findet; s. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. II. p. 308—316 und Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de Generat. et Alexandri Aphrod. in Meteorol. Comm. Venet. 1527 p. 97, b. Alexander aus Aphrodisias in Carien, der gelehrte Commentator der Meteorologica des Aristoteles, lebte unter Septimius Severus und Caracalla; und wenn bei ihm auch chemische Apparate χυτρὰ ὄργανα heißen, so beweist doch wohl eine Stelle des Plutarch (de Iside et Osir. c. 33), daß das Wort Chemie von den Griechen auf die ägyptische Kunst angewandt nicht von χέω abzuleiten ist (Hoefer, Histoire de la Chimie T. I. p. 91, 195 und 219, T. II. p. 109).

Vor der doriſchen und äoliſchen Wanderung war das böotiſche Orchomenos, nahe dem nördlichſten Ende des Sees Kopais, ein durch Handelsverkehr reicher Seeſtaat der Minyer. Die Argofahrt aber begann in Jolkos, dem Hauptſitz der theſſaliſchen Minyer am pagaſitiſchen Meerbuſen. Zu verſchiedenen Zeiten mannigfach umgeſtaltet, hat ſich das Local der Sage, als Ziel und Endpunkt des Unternehmens *), ſtatt des unbeſtimmten Fernlandes Aea, an die Mündung des Phaſis (Rion) und an Kolchis, einen Sitz älterer Cultur, gebunden. Die Seefahrten der Mileſier und ihre zahlreichen Pflanzſtädte am Pontus verſchafften eine genauere Kenntniß von der Oſt- und Nordgrenze des Meeres. Sie gaben dem geographiſchen Theile der Mythe beſtimmtere Umriſſe. Eine wichtige Reihe neuer Anſichten bot ſich gleichzeitig dar. Von dem nahen caſpiſchen Meere kannte man lange nur das weſtliche Geſtade: noch Hecatäus hält dies weſtliche Geſtade †) für das des kreiſenden öſtlichen Weltmeeres ſelbſt. Erſt der ehrwürdige Vater der Geſchichte lehrte (was nach ihm ſechs Jahrhunderte lang, bis Ptolemäus, wiederum beſtritten ward), daß das caſpiſche Meer ein von allen Seiten geſchloſſenes Becken ſei.

Auch der Völkerkunde ward in dem nordöſtlichen Winkel des ſchwarzen Meeres ein weites Feld eröffnet. Man erſtaunte über die Vielzüngigkeit der Stämme ‡), und das Bedürfniß geſchickter Dolmetſcher (der erſten Hülfsmittel und roher Werkzeuge vergleichender Sprachkunde) wurde hier lebhaft gefühlt. Tauſchhandel leitete von dem, übermäßig groß geglaubten mäotiſchen Buſen durch die Steppe, in welcher jetzt die mittlere Kirghiſer-Horde weidet, durch eine Kette ſcythiſch-ſcolotiſcher Völkerſchaften (ich halte ſie für indogermaniſchen ‖) Urſprungs), von den Argippäern und Iſſedonen zu den goldreichen Arimaspen ¶) an den nördlichen Abfall des Altai. Hier iſt das alte Reich der Greife.

*) Otfr. Müller, Minyer S. 247, 254 und 274. Homer kannte nicht den Phaſis, nicht Kolchis, nicht die Hercules-Säulen; aber der Phaſis wird ſchon von Heſiodus genannt. Die mythiſchen Sagen über die Rückkehr der Argonauten durch den Phaſis in den öſtlichen Ocean und den durch die vorgebliche Bifurcation des Iſter oder durch den gedoppelten, von vulkaniſchen Erderſchütterungen gebildeten Tritonſee (Asie centr. T. I. p. 179, T. III. p. 135—137; Otfr. Müller, Minyer S. 357) ſind von beſonderer Wichtigkeit für die Kenntniß der früheſten Anſichten über die Geſtaltung der Continente. Geographiſche Phantaſien von Peiſandros, Timagetus und dem Rhodier Apollonius haben ſich übrigens bis in das ſpäte Mittelalter fortgepflanzt; ſie ſind bald verwirrende, abſchreckende Hinderniſſe, bald Anreizung zu wirklichen Entdeckungen geworden. Dieſe Rückwirkung des Alterthums auf die ſpäteren Zeiten, in denen man ſich faſt mehr von Meinungen als von wirklichen Beobachtungen leiten ließ, wurde leider bisher in der Geſchichte der Geographie nicht hinlänglich beachtet. Es iſt der Zweck der Anmerkungen zum Kosmos, nicht etwa bloß bibliographiſche Quellen aus verſchiedenen Literaturen zur Erläuterung deſſen darzubieten, was im Texte behauptet wird; ich habe in dieſen Anmerkungen, die eine freiere Bewegung geſtatten, auch einen reichhaltigen Stoff des Nachdenkens niederlegen wollen, ſo wie ich ihn aus der Erfahrung und aus langen literariſchen Studien habe ſchöpfen können.

†) Hecataei fragm. ed. Klauſen p. 39, 92, 98 und 119. S. auch meine Unterſuchungen über die Geſchichte der Geographie des caſpiſchen Meeres von Herodot bis zu den Arabern El-Iſtachri, Edriſi und Ibn-el-Vardi, über den Aral-See, die Bifurcation des Oxus und den Araxes in der Asie centr. T. II. p. 162—297.

‡) Cramer de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 8 und 17. Die alten Kolcher ſcheinen identiſch geweſen zu ſein mit dem Stamme der Lazen (Lazi, gentes Colchorum, Plin. VI, 4); die Λαζοί der byzantiniſchen Schriftſteller); ſ. Vater (Profeſſor in Caſan) der Argonautenzug aus den Quellen dargeſtellt, 1845 Heft I. S. 24, Heft II. S. *45, 67 und 103.* Im Kaukaſus erklingen noch die Namen: Alanen (Alanethi für das Alanenland), Oſſ und Aß. Nach den mit philoſophiſchem Sprachſinn in den Thälern des Kaukaſus begonnenen Arbeiten von Georg Roſen enthält die Sprache der Lazen Reſte des alten kolchiſchen Idioms. Der iberiſche und gruſiſche Sprachſtamm begreift: Lazliſch, Georgiſch, Suaniſch und Mingreliſch, alle zur Familie der indogermaniſchen Sprachen gehörig. Die der Oſſeten ſteht dem Gothiſchen näher als das Litthauiſche.

‖) Ueber die Verwandtſchaft der Scythen (Scolota oder Sacae), Alanen, Gothen, Maſſa-Geten und Hunnen der chineſiſchen Geſchichtſchreiber ſ. Klaproth in dem Commentar zu dem Voyage du Comte Potocki T. I. p. 129, wie auch meine Asie centrale T. I. p. 400, T. II. p. 252. Procopius ſagt ſelbſt ganz beſtimmt (de bello gothico IV, 5, ed. Bonn, 1833 Vol. II. pag. 476), daß die Gothen ehemals Scythen genannt wurden. Die Identität der Geten und Gothen hat Jacob Grimm in ſeiner neueſten Abhandlung über Jornandes 1846 S. 21 erwieſen. Die Behauptung Niebuhr's (ſ. deſſen Unterſuchungen über die Geten und Sarmaten in ſeinen kleinen hiſtor. und philologiſchen Schriften, 1ſte Samml. 1828 S. 362, 364 und 395), daß die Scythen Herodot's zur Familie der mongoliſchen Völkerſchaften gehören, hat um ſo weniger Wahrſcheinlichkeit, als dieſe Völkerſchaften unter dem Joche theils der Chineſen, theils der Hakas oder Kirghiſen (Χεχίς des Menander) im Anfang des 1ſten Jahrhunderts noch weit im Oſten von Aſien um den Baikal-See wohnten. Herodot unterſcheidet dann die kahlköpfigen Argippäer (IV, 23) von den Scythen und ſind die erſteren „plattnaſig," ſo haben ſie dann auch „ein langes Kinn," was nach meiner eigenen Erfahrung keinesweges ein phyſiognomiſches Kennzeichen der Kalmücken oder anderer mongoliſcher Stämme iſt, eher wohl ein Kennzeichen der blonden (germaniſchen?) Uſün und Tingling, welchen die chineſiſchen Geſchichtsſchreiber „lange Pferdegeſichter" zutheilen.

¶) Ueber die Wohnplätze der Arimaspen und den Goldverkehr im nordweſtlichen Aſien zu Herodot's Zeiten ſ. Asie centrale T. I. pag. 389—407.

Zeit und noch lange nach den Homeriden wurde die Abhängigkeit der Luftwärme von den Breitengraden, von den Polarabständen, vollkommen verkannt; Osten und Westen bestimmten damals die ganze thermische Meteorologie der Hellenen. Die nach dem Aufgang gelegenen Erdstriche wurden für „sonnennäher, für Sonnenländer" gehalten. „Der Gott färbt in seinem Laufe mit des Rosses finsterem Glanze die Haut des Menschen und kräuselt ihm dörrend das Haar*)."

Alexanders Heerzüge gaben zuerst Veranlassung in einem großen Maaßstabe die besonders in Aegypten zusammenströmenden afrikanischen Menschenracen mit den arischen Geschlechtern jenseits des Tigris und den alt-indischen, sehr dunkel gefärbten, aber nicht kraushaarigen Urvölkern zu vergleichen. Die Gliederung der Menschheit in Abarten; ihre Vertheilung auf dem Erdboden, mehr als Folge geschichtlicher Ereignisse als des langdauernden klimatischen Einflusses da, wo die Typen einmal festgesetzt sind; der scheinbare Widerspruch zwischen Färbung und Wohnort mußten denkende Beobachter auf das lebhafteste anregen. Noch findet sich im Inneren des großen indischen Landes ein weites Gebiet, das von sehr dunkel, fast schwarz gefärbten, von den später eingedrungenen helleren arischen Stämmen gänzlich verschiedenen Ureinwohnern bevölkert ist. Dahin gehören unter den Vindhya-Völkern die Gonda, die Bhilla in den Waldgebirgen von Malava und Guzerat, wie die Kola von Orissa. Der scharfsinnige Lassen hält es für wahrscheinlich, daß zu Herodots Zeit die schwarze asiatische Race, dessen „Aethiopier vom Aufgang der Sonne," den lybischen wohl in der Hautfarbe, aber nicht in der Beschaffenheit des Haares ähnlich, viel weiter als jetzt gegen Nordwesten verbreitet waren†). Eben so dehnten im alten ägyptischen Reiche die eigentlichen wollhaarigen, oft besiegten Negerstämme ihre Wohnsitze weit in das nördliche Nubien aus‡).

Zu der Bereicherung des Ideenkreises, welche aus dem Anblick vieler neuen physischen Erscheinungen, wie aus dem Contact mit verschiedenen Volksstämmen und ihrer contrastirenden Civilisation entsprang, gesellten sich leider! nicht die Früchte ethnologischer Sprachvergleichung, in so fern dieselbe philosophisch, abhängig von den Grundverhältnissen des Gedankens||), oder bloß historisch ist. Diese Art der Untersuchung war dem sogenannten classischen Alterthume fremd. Dagegen lieferte Alexanders Expedition den Hellenen wissenschaftliche Materialien, welche den lange aufgehäuften Schätzen früher cultivirter Völker entnommen werden konnten. Ich erinnere hier vorzugsweise daran, daß mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse durch die Bekanntschaft mit Babylon, nach neueren und gründlichen Untersuchungen, auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt wurde. Allerdings war durch die Eroberung des Cyrus der Glanz des astronomischen Priester-Collegiums in der orientalischen Weltstadt bereits tief gesunken. Die Trep-

*) So Theodectes von Phaselis; s. oben Kosmos Bnd I. S. 188 und Anm. Alles Nördliche wurde mehr dem Westen, alles Südliche dem Osten zugeschrieben; vergl. Böckh über Homerische Geographie und Weltkunde S. 43 und 87. Das Unbestimmte des Wortes Indien, schon damals an Ideen der Lage, der Menschenfärbung und kostbarer Erzeugnisse geknüpft, trug zur Verbreitung solcher meteorologischen Hypothesen bei; denn Indien dienten gleichzeitig West-Arabien, das Land zwischen Ceylon und dem Ausfluß des Indus, das troglodytische Aethiopien und das afrikanische Myrrhen- und Zimmtland südlich vom Vorgebirge der Arome (Humboldt, Examen crit. T. II. p. 35).

†) Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 369, 373—375, 379 und 389; Ritter, Asien Bd. IV, I. S. 446.

‡) Die geographische Verbreitung der Menschenracen kann so wenig als die der Pflanzen und Thiere in ganzen Continenten nach Breitengraden bestimmt werden. Das Axiom, welches Ptolemäus (Geogr. lib. I cap. 9) aufstellt, daß es nördlich vom Parallel von Agisymba keine Elephanten, kein Rhinoceros und keine Neger gebe, ist völlig unbegründet (Examen critique T. I. p. 39). Die Lehre von dem allgemeinen Einfluß des Bodens und der Klimate auf die intellectuellen Anlagen und die Gesittung der Menschheit blieb der alexandrinischen Schule des Ammonius Sakkas eigenthümlich, besonders dem Longinus. S. Proclus, Comment. in Tim. p. 50.

||) S. Georg Curtius, die Sprachvergleichung in ihrem Verhältniß zur classischen Philologie 1845 S. 5—7 und dessen Bildung der Tempora und Modi 1846 S. 3—9. (Vergl. auch Pott's Artikel indogermanischer Sprachstamm in der allgem. Encyklopädie von Ersch und Gruber Sect. II. Th. XVIII. S. 1—112.) Untersuchungen über die Sprache im allgemeinen, in so fern sie die Grundverhältnisse des Gedankens berührt, finden sich aber schon bei Aristoteles, da wo er den Zusammenhang der Kategorien mit grammatischen Verhältnissen entwickelt. S. die lichtvolle Darstellung dieser Vergleichung in Adolf Trendelenburg's histor. Beiträgen zur Philosophie 1846 Th. I. S. 23—32.

denen Mytilene und Smyrna glänzten, bis zu der Gründung von Syracus, Croton und Cyrene sind aber auch vier bis fünf Jahrhunderte verflossen. Die Inder und Malayen haben nur schwache Ansiedelungen an der Ostküste von Afrika, in Zokotora (Dioscorides) und im südlichen asiatischen Archipel versucht. Bei den Phöniciern hat sich zwar ein sehr ausgebildetes Colonial-System auf noch größere Räume als das griechische ausgedehnt, indem dasselbe, doch mit sehr großer Unterbrechung der Stationen, sich vom persischen Meerbusen bis Cerne an der Westküste von Afrika erstreckte. Kein Mutterland hat je eine Colonie geschaffen, welche in dem Grade mächtig erobernd und handelnd zugleich gewesen ist, als es Carthago war. Aber Carthago stand trotz seiner Größe in geistiger Cultur und artistischer Bildsamkeit tief unter dem, was in den griechischen Pflanzstädten so herrlich und dauernd unter den edelsten Kunstformen erblühte.

Vergessen wir nicht, daß gleichzeitig viele volkreiche griechische Städte in Kleinasien, im ägäischen Meere, in Unteritalien und Sicilien glänzten; daß, wie Carthago, so auch die Pflanzstädte Miletus und Massilia andere Pflanzstädte gründeten; daß Syracus auf dem Gipfel seiner Macht gegen Athen und die Heere von Hannibal und Hamilkar kämpfte; daß Milet nach Tyrus und Carthago lange Zeit die erste Handelsstadt der Welt war. Indem sich durch die Thatkraft eines, in seinem Inneren oft erschütterten Volkes ein so reich bewegtes Leben nach außen entfaltete, wurden, bei zunehmendem Wohlstande, durch die Verpflanzung einheimischer Cultur überall neue Keime der geistigen National-Entwickelung hervorgerufen. Das Band gemeinsamer Sprache und Heiligthümer umfaßte die fernsten Glieder. Durch diese trat das kleine hellenische Mutterland in die weiten Lebenskreise anderer Völker. Fremde Elemente wurden aufgenommen, ohne dem Griechenthum etwas von seinem großen und selbstständigen Charakter zu entziehen. Der Einfluß eines Contacts mit dem Orient und, über hundert Jahre vor dem Einfall des Cambyses, mit dem noch nicht persisch gewordenen Aegypten war ohnedies seiner Natur nach dauernder als der Einfluß so viel bestrittener, in tiefes Dunkel gehüllter Niederlassungen des Cecrops aus Sais, des Kadmus aus Phönicien und des Danaus aus Chemmis.

Was die griechischen Colonien von allen anderen, besonders von den starren phönicischen, unterschied und in den ganzen Organismus ihres Gemeinwesens eingriff, entsprang aus der Individualität und uralten Verschiedenheit der Stämme, in welche die Nation sich theilte. Es war in den Colonien wie im ganzen Hellenismus ein Gemisch von bindenden und trennenden Kräften. Diese Gegensätze erzeugten Mannigfaltigkeit in der Ideenrichtung und den Gefühlen, Verschiedenheiten in Dichtungsweise und melischer Kunst; sie erzeugten überall die reiche Lebensfülle, in welcher sich das scheinbar Feindliche, nach höherer Weltordnung, zu mildernder Eintracht löste.

Waren auch Milet, Ephesus und Kolophon ionisch; Cos, Rhodus und Halikarnaß dorisch; Croton und Sybaris achäisch: so übte doch mitten in dieser Vielseitigkeit der Cultur, ja da, wo in Unteritalien Pflanzstädte verschiedener Volksstämme neben einander lagen, die Macht der homerischen Gesänge, die Macht des begeisterten, tiefempfundenen Wortes, ihren allvermittelnden Zauber aus. Bei fest gewurzelten Contrasten in den Sitten und in den Staatsverfassungen, bei dem wechselnden Schwanken der letzteren erhielt sich das Griechenthum ungetheilt. Ein weites durch die einzelnen Stämme errungenes Reich der Ideen und Kunsttypen wurde als das Eigenthum der gesammten Nation betrachtet.

Es bleibt mir übrig in diesem Abschnitt noch des dritten Punktes zu erwähnen, den wir oben als vorzüglich einflußreich auf die Geschichte der Weltansichten neben der Eröffnung des Pontus und der Stiftung der Colonien am Rande des inneren Meerbeckens bezeichnet haben. Die Gründung von Tartessus und Gades, wo ein Tempel dem wandernden Gott Melkarth (einem Sohne des Bal) geheiligt war, die Pflanzstadt Utica, älter als Carthago, erinnern daran, daß die Phönicier schon viele Jahrhunderte lang durch den freien Ocean

vinzen zwangen den Helden, der gegen Osten bis zum Ganges vordringen wollte, zur großen Catastrophe der Rückkehr. Die Länder, welche die Macedonier durchstreiften, waren der Wohnsitz wenig cultivirter Stämme. In dem Zwischenlande zwischen dem Satadru und der Yamuna (dem Indus- und Ganges-Gebiete) bildet ein unbedeutender Fluß, die heilige Sarasvati, eine uralte classische Grenze zwischen den reinen, würdigen, frommen Brahma-Anbetern in Osten und den unreinen, nicht in Casten getheilten, königslosen Stämmen in Westen*). Demnach gelangte Alexander nicht bis zu dem eigentlichen Sitze höherer indischer Cultur. Erst Seleucus Nicator, der Gründer des großen Seleuciden-Reiches, drang von Babylon aus gegen den Ganges vor und knüpfte durch die mehrfachen Gesandtschaften des Megasthenes nach Pataliputra†) politische Verbindungen mit dem mächtigen Sandracottus (Tschandraguptas).

Auf diese Weise erst entstand ein lebhafter und dauernder Contact mit dem civilisirtesten Theile von Madhya-Desa (dem Land der Mitte). Zwar gab es auch im Pendschab (in der Pentapotamia) einsiedlerisch lebende gelehrte Brachmanen. Wir wissen aber nicht, ob das herrliche indische Zahlensystem, in dem die wenigen Zeichen ihren Werth durch bloße Stellung (Position) erlangen, jenen Brachmanen und Gymnosophisten bekannt war, ob (wie wohl zu vermuthen steht) damals schon im cultivirtesten Theile des indischen Landes der Stellenwerth erfunden war. Welch eine Revolution würde die Welt in der schnelleren Entwickelung und erleichterten Anwendung mathematischer Kenntnisse erfahren haben, wenn der, Alexanders Heer begleitende Brachmane Sphines (im Heere Kalanos genannt), wenn später zu Auguste Zeiten der Brachmane Bargosa, ehe sie beide freiwillig den Scheiterhaufen zu Susa und Athen bestiegen, den Griechen das indische Zahlensystem auf eine Weise hätten mittheilen können, durch die dasselbe zu einem allgemeinen Gebrauche gelangt wäre! Die scharfsinnigen und vielumfassenden Untersuchungen von Chasles haben allerdings gelehrt, daß die sogenannte Methode des pythagorischen Abacus oder Algorismus, wie sie sich in der Geometrie des Boethius beschrieben findet, mit dem indischen Zahlensysteme des Stellenwerthes fast identisch sei; aber jene Methode, lange unfruchtbar bei Griechen und Römern, hat erst im Mittelalter eine allgemeine Verbreitung gewonnen, besonders als das Nullzeichen an die Stelle des leeren Faches trat. Die wohlthätigsten Erfindungen bedürfen oft Jahrhunderte, um anerkannt und vervollständigt zu werden.

III.

Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Museum im Serapeum. — Eigenthümlicher Charakter der wissenschaftlichen Richtung in dieser Zeitepoche. — Encyclopädische Gelehrsamkeit. — Verallgemeinerung der Naturansichten in den Erd- und Himmelsräumen.

Nach der Auflösung des macedonischen Weltreichs, das Gebiete dreier Continente umfaßte, entwickeln sich, doch in sehr verschiedener Gestaltung, die Keime, welche das vermittelnde, völkerverbindende Regierungssystem des großen Macedoniers in einen fruchtbaren Boden gelegt hatte. Je mehr die nationale Abgeschlossenheit der hellenischen Denkart da-

*) Lassen in der Pentapotamia Indica p. 25, 29, 37—62 und 77, auch in der indischen Alterthumskunde Bd. I. S. 91. Zwischen der Sarasvati, im Nordwesten von Delhi, und der felsenreichen Drischadvati liegt nach Manu's Gesetzbuch Brahmavarta, ein von den Göttern selbst priesterlich eingerichteter Bezirk des Brahma; dagegen ist im weiteren Sinne des Wortes Aryavarta (das Land der Würdigen, Arier) in der alten indischen Geographie das ganze Gebiet östlich vom Indus zwischen dem Himalaya und der Vindhya-Kette, von welcher an südlich die alte nicht-arische Urbevölkerung begann. Madhya-Desa, das Land der Mitte, dessen ich oben (Kosmos Buch I. S. 15) erwähnte, war nur ein Theil von Aryavarta. (Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 204 und Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 5, 10 und 93.) Die antiken indischen Freistaaten, die Gebiete der Königslosen (von den orthodoxen östlichen Dichtern verdammt), lagen zwischen dem Hydraotes und Hyphasis, d. i. zwischen dem jetzigen Ravi und dem Beas.

†) Megasthenes, Indica ed. Schwanbeck 1846 p. 17.

thum sehr verbreiteten Erdansicht des Eratosthenes zusammen, nach welcher der ganze alte Continent in seiner weitesten Ausdehnung von Westen nach Osten, ungefähr im Parallel von 36°, eine wenig unterbrochene Hebungslinie darbiebet*).

Aber die Expedition des Coläus von Samos bezeichnet nicht bloß eine Epoche, in welcher sich den griechischen Stämmen und den Nationen, auf die ihre Civilisation vererbt wurde, neue Aussicht zu fernen nautischen Unternehmungen entfaltete: sie erweiterte auch unmittelbar den Kreis der Ideen. Ein großes Naturphänomen, das im periodischen Anschwellen des Meeres den Verkehr der Erde mit dem Mond und der Sonne sichtbar macht, fesselte nun zuerst dauernd die Aufmerksamkeit. In den afrikanischen Syrten hatte das Phänomen den Griechen unregelmäßiger geschienen, es war ihnen sogar bisweilen gefahrbringend gewesen. Posidonius beobachtete Ebbe und Fluth zu Ilipa und Gadeira, und verglich seine Beobachtungen mit dem, was ihm dort über den Einfluß des Mondes die erfahrneren Phönicier†) mittheilen konnten.

II.

Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen. — Umgestaltung der Weltverhältnisse. — Verschmelzung des Westens mit dem Osten. — Das Griechenthum befördert die Völkervermischung vom Nil bis zum Euphrat, dem Jaxartes und Indus. — Plötzliche Erweiterung der Weltansicht durch eigene Beobachtung der Natur wie durch den Verkehr mit altcultivirten, gewerbtreibenden Völkern.

In dem Entwickelungsgange der Menschengeschichte, so fern dieselbe eine innigere Verbindung der europäischen Abendländer mit dem südwestlichen Asien, dem Nilthale und Libyen darstellt, bezeichnen die Heerzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen, der Untergang der Perserherrschaft, der beginnende Verkehr mit Vorder-Indien, die Einwirkung des 116 Jahre dauernden griechisch-bactrischen Reichs eine der wichtigsten Epochen des gemeinsamen Völkerlebens. War die Sphäre der Entwickelung fast maaßlos dem Raume nach, so gewann sie dazu noch an intensiver moralischer Größe durch das unablässige Streben des Eroberers nach Vermischung aller Stämme, nach einer Welteinheit unter dem begeistigenden Einflusse des Hellenismus‡). Die Gründung so vieler neuer Städte an Punkten, deren Auswahl höhere Zwecke andeutet, die Anordnung und Gliederung eines selbstständigen Gemeinwesens zur Verwaltung dieser Städte, die zarte Schonung der Nationalgewohnheiten und des einheimischen Cultus, — alles bezeugt, daß der Plan zu einem großen organischen Ganzen gelegt war. Was vielleicht ursprünglich diesem Plane nicht angehörte, hat sich, wie es immer in dem Drange vielumfassender Weltbegebenheiten der Fall ist, später aus der Natur der Verhältnisse von selbst entwickelt. Erinnert man sich nun, daß von der Schlacht am Granicus bis zu dem zerstörenden Einbruch der Saker und Tocharer in Bactrien nur 52 Olympiaden verflossen sind, so bewundert man die Ausdauer und die zauberisch vermittelnde Macht der von Westen eingeführten hellenischen Bildung. Dem Wissen der Araber, der Neuperser und Inder beigemengt, hat diese Bildung ihre Wirksamkeit bis in das Mittelalter ausgeübt: so daß es oft zweifelhaft bleibt, was der griechischen Literatur, was unvermischt dem Erfindungsgeiste jener asiatischen Völker ursprünglich zugehört.

*) Im Diaphragma (der Erdscheidungslinie) des Dicäarchus läuft die Hebung durch den Taurus, die Ketten des Demavend und Hindu-Kho, den nord-tübetischen Kuen-lün und das mit ewigem Schnee bedeckte Wolkengebirge der chinesischen Provinzen Sse-tschuan und Kuang-si. S. meine orographischen Untersuchungen über diese Hebungslinie in der Asie centrale T. I. p. 104—114, 118—164; T. II. p. 413 und 438.

†) Strabo lib. III pag. 173 (Examen crit. T. III. p. 98).

‡) Droysen, Gesch. Alexanders des Großen S. 544; derselbe in der Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensystems S. 23—34, 588—592, 748—755.

Die wichtige Erweiterung der Natur- und Länderkenntniß unter den Lagiden war gegründet auf den Caravanenhandel in dem Inneren von Afrika über Cyrene und die Oasen, auf die Eroberungen in Aethiopien und dem glücklichen Arabien unter Ptolemäus Evergetes, auf den Seehandel mit der ganzen westlichen Halbinsel Indiens vom Meerbusen von Barygaza (Guzerat und Cambay) an längs den Küsten von Canara und Malabar (Malayavara, Gebirt von Malaya) bis zu den brahmanischen Heiligthümern des Vorgebirges Comorin (Kumeri)*) und der großen Insel Ceylon (Lanka im Ramayana; Taprobane, ein von den Zeitgenossen Alexanders verstümmelter†) einheimischer Name). Schon Nearchs mühevolle, fünf Monat dauernde Beschiffung der Küsten von Gedrosien und Caramanien (zwischen Pattala an der Mündung des Indus und dem Ausfluß des Euphrat) hatte wesentlich zu den Fortschritten der Nautik beigetragen.

Die Kenntniß der Monsun-Winde, welche die Schifffahrt zwischen der Ostküste von Afrika und der Nord- und Westküste von Indien so wirksam begünstigen, fehlte Alexanders Gefährten nicht. Nachdem, um den Indus dem Weltverkehr zu eröffnen, der Macedonier in einer zehn Monat langen Fahrt den Fluß zwischen Nicäa am Hydaspes und Pattala untersucht hatte, eilte Nearch im Anfang des October (Ol. 113,3) von der Mündung des Indus bei Stura abzusegeln, weil er wußte, daß seine Seefahrt bis zum persischen Meerbusen von dem Nordost- und Ost-Monsun, längs der in einem Parallelkreise laufenden Küste, begünstigt werden würde. Die Ergründung eines so merkwürdigen localen Gesetzes der Windrichtung gab den Piloten später den Muth von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb geradezu durch das hohe Meer nach dem großen malabarischen Stapelplatze Muziris (südlich von Mangalor) zu schiffen, wo durch inneren Verkehr auch die Waaren der östlichen Küste der indischen Halbinsel, ja selbst das Gold der fernen Chryse (Borneo?) zusammenflossen. Die Ehre, dies neue System der indischen Schifffahrt zuerst in Anwendung gebracht zu haben, wird einem übrigens unbekannten Seemanne Hippalus zugeschrieben, dessen Zeitalter‡) zweifelhaft ist.

In die Geschichte der Weltanschauung gehört die Aufzählung aller Mittel, durch welche die Völker sich genähert, große Theile des Erdkreises zugänglicher geworden, die Erkenntniß-Sphären der Menschheit erweitert worden sind. Unter diesen Mitteln ist eines der großartigsten gewesen die materielle Eröffnung einer Wasserstraße vom rothen zum mittelländischen Meere vermittelst des Nils. Wo zwei kaum zusammenhangende Continental-Massen die tiefsten maritimen Einschnitte darbieten, hatte, wenn auch nicht der große Sesostris (Ramses-Miamen), welchem Aristoteles und Strabo es zuschreiben, doch Necho (Neku) die Ausgrabung eines Canals begonnen, aber, durch priesterliche Orakelsprüche geschreckt, wiederum aufgegeben. Herodot sah und beschrieb einen vollendeten, der etwas oberhalb Bubastus in den Nil einmündete, ein Werk des Achämeniden Darius Hystaspis. Wieder in Verfall gerathen, ward endlich dieser Canal von Ptolemäus Philadelphus so vollkommen hergestellt, daß er, wenn auch nicht, trotz seiner künstlichen Schleuseneinrichtung, zu jeder Jahreszeit schiffbar, doch bis zu der Römer Herrschaft, bis Marc-Aurel, vielleicht bis Septimius Severus, also über vier und ein halbes Jahrhundert, den äthiopischen, arabischen und indischen Handel belebte. Zu denselben Zwecken des Völkerverkehrs durch das

---

*) Vergl. Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 167, 153 und 158.

†) „Verstümmelt aus Tâmbapannî. Diese Paliform lautet im Sanskrit Tâmraparnî; die griechische Form Taprobane giebt bald die sanskritische (Tâmbra, Tapro), bald die Paliform wieder." Lassen a. a. O. S. 201; vergl. Lassen, Diss. de Taprobane insula p. 19.) Auch die Lakediven (lakke statt laksha und dive statt dwîpa, einhundert tausend Inseln) waren, wie die Malediven (Malayadiba, d. i. Inseln von Malabar) den alexandrinischen Seeleuten bekannt.

‡) Hippalus soll erst unter Claudius gelebt haben; aber die Angabe ist unwahrscheinlich, wenn auch unter den ersten Lagiden ein großer Theil der indischen Erzeugnisse nur auf arabischen Märkten gekauft wurden. Uebrigens wurde der Südwest-Monsun selbst Hippalus genannt, wie auch ein Theil des erythräischen oder indischen Oceans das Meer des Hippalus hieß; Letronne im Journal des Savans 1818 p. 405. Reinaud, Relation des Voyages dans l'Inde T. I. p. XXX.

des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung der physischen Erdkenntniß und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden. Für die Lebhaftigkeit des Eindrucks, welchen eine solche Bereicherung der Ansichten hervorgebracht, zeugt die ganze abendländische Literatur; es zeugen selbst dafür, wie bei allem, was unsere Einbildungskraft in Beschreibung erhabener Naturscenen anspricht, die Zweifel, welche bei den griechischen und in der Folge bei den römischen Schriftstellern die Berichte des Megasthenes, Nearchus, Aristobulus und anderer Begleiter Alexanders erregt haben. Diese Berichterstatter, der Färbung und dem Einfluß ihres Zeitalters unterworfen, Thatsachen und individuelle Meinungen eng mit einander verwebend, haben das wechselnde Schicksal aller Reisenden, die Oscillation zwischen anfänglichem bitteren Tadel und später, mildernder Rechtfertigung, erfahren. Die letztere ist in unseren Tagen um so häufiger eingetreten, als tiefes Sprachstudium des Sanskrit, als allgemeinere Kenntniß einheimischer geographischer Namen, als bactrische Münzen in den Topen aufgefunden, und vor allem eine lebendige Ansicht des Landes und seiner organischen Erzeugnisse der Kritik Elemente verschafft haben, die dem vielverdammenden Eratosthenes, dem Strabo und Plinius bei ihrem so einseitigen Wissen unbekannt blieben *).

Wenn man nach Unterschieden der Längengrade die Erstreckung des ganzen Mittelmeers mit der Entfernung von Westen nach Osten vergleicht, welche Kleinasien von den Ufern des Hyphasis (Beas), von den Altären der Rückkehr trennt, so erkennt man, daß die Erdkunde der Hellenen in wenigen Jahren um das Zwiefache vermehrt wurde. Um nur näher zu bezeichnen, was ich ein, durch Alexanders Heerzüge und Städtegründung so reichlich vermehrtes Material der physischen Geographie und Naturkunde genannt habe, erinnere ich zuerst an die neu eingesammelten Erfahrungen über die besondere Gestaltung der Erdoberfläche. In den durchzogenen Ländern contrastiren Tiefländer (pflanzenleere Wüsten oder Salzsteppen, wie nördlich von der Asferah-Kette, einer Fortsetzung des Thianschan, und vier große angebaute Stromgebiete des Euphrat, Indus, Oxus und Jaxartes) mit Schneegebirgen von fast 19,000 Fuß Höhe. Der Hindu-Kho oder indische Kaukasus der Macedonier, eine Fortsetzung des nord-tübetischen Kuenlün, westlich von der durchsetzenden Meridiankette des Bolor, ist in seiner Erstreckung gegen Herat hin in zwei große das Kafiristan begrenzende Ketten getheilt †); die südlichere dieser Ketten ist die mächtigere. Alexander gelangte durch das noch 8000 Fuß hohe Plateau von Bamian, in dem man die Höhle des Prometheus zu sehen wähnte ‡), auf den Kamm des Kohibaba, um über Kabura, längs dem Choes, etwas nördlich vom jetzigen Attok, über den Indus zu setzen. Vergleichung des niedrigeren Taurus, an den die Griechen gewöhnt waren, mit dem ewigen Schnee des Hindu-Kho, welcher bei Bamian nach Burnes erst in 12,200 Fuß Höhe

*) Vergl. Schwanbeck de fide Megasthenis et pretio in seiner Ausgabe dieses Schriftstellers p. 59—77. Megasthenes besuchte oft Palibothra, den Hof des Königs von Magadha. Er war tief in die Chronologie der Inder eingeweiht, und berichtet, „wie in der verflossenen Vorzeit das All dreimal zur Freiheit gekommen sei, wie drei Weltalter abgelaufen und zu seiner Zeit das vierte begonnen war" (Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 510). Die Hesiodische Lehre von vier Weltaltern, an vier elementarische Weltzerstörungen geknüpft, die zusammen eine Zeit von 18028 Jahren ausfüllen, findet sich auch bei den Mexicanern (Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 119—129. — Einen denkwürdigen Beweis für die Genauigkeit des Megasthenes hat in neuerer Zeit das Studium des Rigveda und des Mahabharata verschafft. Man vergleiche, was Megasthenes „über das Land der langlebenden Seligen im höchsten Norden von Indien, über das Land Uttara-Kuru (wahrscheinlich nördlich von Kaschmir gegen den Belurtagh hin) berichtet, das er nach seinen griechischen Ansichten an das tausendjährige Leben der Hyperboreer anschließt." (Lassen in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. II. S. 62.) Damit hängt eine Sage in dem nur zu lange verschmähten Ktesias von einem heiligen Orte in der nördlichen Wüste zusammen (Ind. cap. 8, ed. Baehr p. 249 und 285). Das Martichoras, welchen Aristoteles (Hist. de Animal. II, 3 § 10, T. I. pag. 51 Schneider) nennt, die Greifen, welche halb Adler, halb Löwen sind, das von Ktesias erwähnte Kartazonon, einen einhörnigen wilden Esel, für Ktesias als wirkliche Thiere aufgeführt: nicht als eigene Erdichtung, sondern weil er, wie schon Heeren und Cuvier bemerkt haben, an persischen Monumenten abgebildete symbolisirte Thiergestalten für Nachahmung nach in fernen Indien lebender Unthiere hielt. Die genaue Identificirung des Martichoras mit persepolitanischen Symbolen hat aber nach des scharfsinnigen Guigniaut Bemerkung (Creuzer, Religions de l'Antiquité, nouv. ed. éclaircissements p. 720) viele Schwierigkeit.

†) Ich habe diese verwickelten orographischen Verhältnisse erläutert in meiner Asie centrale T. II. p. 428—434.

‡) Lassen in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenl. Bd. I. S. 230.

mäßige Ausstattung zweier großer Anstalten (des alexandrinischen Museums und zweier Büchersammlungen im Bruchium *) und in Rhakotis), durch die collegialische Annäherung so vieler Gelehrten, die ein praktischer Sinn belebte, geleistet hat. Das encyclopädische Wissen erleichterte die Vergleichung des Beobachteten, die Verallgemeinerung von Naturansichten. Das große wissenschaftliche Institut, welches den ersten beiden Lagiden seinen Ursprung verdankte, hat unter vielen Vorzügen lange auch den behauptet, daß seine Mitglieder frei nach ganz verschiedenen Richtungen †) arbeiteten und dabei doch, in einem fremden Lande angesiedelt und von vielerlei Volksstämmen umgeben, das Charakteristische hellenischer Sinnesart, hellenischen Scharfsinnes bewahrten.

Wenige Beispiele mögen, nach dem Geiste und der Form dieser historischen Darstellung, genügen, um zu beweisen, wie in der Erd- und Himmelskunde unter dem schützenden Einfluß der Ptolemäer Erfahrung und Beobachtung sich als die wahren Quellen der Erkenntniß Geltung verschafften, wie in der Richtung des alexandrinischen Zeitalters neben dem stoffanhäufenden Sammelfleiße doch immer eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten sich offenbarte. Hatten auch die verschiedenen griechischen Philosophenschulen, nach Nieder-Aegypten verpflanzt, in ihrer orientalischen Ausartung, zu vielen mythischen Deutungen über die Natur der Dinge Anlaß gegeben, so blieb doch im Museum den platonischen Lehren ‡) als sicherste Stütze das mathematische Wissen. Die Fortschritte dieses Wissens umfaßten fast gleichzeitig reine Mathematik, Mechanic und Astronomie. In Plato's hoher Achtung für mathematische Gedankenentwickelung wie in den alle Organismen umfassenden morphologischen Ansichten des Stagiriten lagen gleichsam die Keime aller späteren Fortschritte der Naturwissenschaft. Sie wurden der Leitstern, welcher den menschlichen Geist durch die Verirrungen der Schwärmerei finsterer Jahrhunderte sicher hindurchgeleitet, sie haben die gesunde wissenschaftliche Geisteskraft nicht ersterben lassen.

Der Mathematiker und Astronom Eratosthenes von Cyrene, der berühmteste in der Reihe der alexandrinischen Bibliothekare, benutzte die Schätze, welche ihm geöffnet standen, um sie zu einer systematischen Universal-Geographie zu verarbeiten. Er reinigte die Erdbeschreibung von den mythischen Sagen. Selbst mit Chronologie und Geschichte beschäftigt, trennte er doch die Erdbeschreibung von den geschichtlichen Einmischungen, welche dieselbe früher nicht ohne Anmuth belebten. Einen befriedigenden Ersatz lieferten mathematische Betrachtungen über die gegliederte Form und Ausdehnung der Continente, geognostische Vermuthungen über den Zusammenhang der Bergketten, die Wirkung der Strömungen und die vormalige Wasserbedeckung von Ländern, welche jetzt noch alle Spuren des trockenen Meeresbodens an sich tragen. Der oceanischen Schleusen-Theorie des Strato von Lampsacus günstig, leitete der Glaube an das einstige Anschwellen des Pontus, an den Durchbruch der Dardanellen und die dadurch veranlaßte Eröffnung der Hercules-Säulen den alexandrinischen Bibliothekar auf die wichtige Untersuchung des Problems von der Gleichheit des Niveau's aller äußeren, die Continente umfließenden Meere||). Wie glücklich er in Verallgemeinerung der Ansichten war,

*) Die Bibliothek im Bruchium war die ältere, welche bei dem Brande der Flotte unter Julius Cäsar zerstört wurde. Die Bibliothek in Rhakotis machte einen Theil des Serapeums aus, wo sie mit dem Museum verbunden war. Die Büchersammlung von Pergamus wurde durch die Freigebigkeit des Antonius der Bibliothek in Rhakotis einverleibt.

†) Vacherot, Histoire critique de l'Ecole d'Alexandrie 1846 T. I. p. V und 103. Daß das Institut von Alexandria, wie alle akademischen Corporationen, neben dem Vortrefflichen, was aus dem Zusammenwirken der Kräfte und der Anschaffung materieller Hülfsmittel entspringt, auch einschränkend und beherrschend wirkte, wurde schon im Alterthume mannigfaltig bezeugt. Ehe auch die einst so glänzende Stadt der traurige Sitz christlich-theologischer Streitigkeiten wurde, bestellte Hadrian seinen Lehrer Bestinus zum Hohenpriester von Alexandria (zu einer Art von Cultusminister) und zugleich zum Vorsteher des Museums (zum Präsidenten der Akademie). Letronne, Recherches pour servir à l'histoire de l'Égypte pendant la domination des Grecs et des Romains 1823 p. 251.

‡) Fries, Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 5 und dessen Lehrbuch der Naturlehre Th. I. S. 42. Vergl. auch die Betrachtungen über den Einfluß, welchen Plato auf die Begründung der Erfahrungswissenschaften durch Anwendung der Mathematik ausgeübt hat, in Brandis Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. I. S. 276.

||) Ueber die physischen und geognostischen Meinungen des Eratosthenes s. Strabo lib. I. p. 49—56, lib. II p. 108.

Die Kunde eines großen Theils des Erdbodens wurde nun erſt wahrhaft eröffnet. Die Welt der Objecte trat mit überwiegender Gewalt dem ſubjectiven Schaffen gegenüber; und indem, durch Alexanders Eroberungen, griechiſche Sprache und Literatur ſich fruchtbringend verbreiteten, waren gleichzeitig die wiſſenſchaftliche Beobachtung und die ſyſtematiſche Bearbeitung des geſammten Wiſſens durch Ariſtoteles Lehre und Vorbild dem Geiſte klar geworden *). Wir bezeichnen hier ein glückliches Zuſammentreffen günſtiger Verhältniſſe; denn gerade in der Epoche, in der ſich plötzlich ein ſo ungeheurer Vorrath von neuem Stoffe der menſchlichen Erkenntniß darbot, war durch die Richtung, welche der Stagirite gleichzeitig dem empiriſchen Forſchen nach Thatſachen im Gebiete der Natur, der Verſenkung in alle Tiefen der Speculation und der Ausbildung einer alles ſcharf umgrenzenden wiſſenſchaftlichen Sprache gegeben hatte, die geiſtige Verarbeitung des Stoffes erleichtert und vervielfältigt worden. So bleibt Ariſtoteles, wie Dante ſich ſchön ausdrückt, auf Jahrtauſende noch: il maestro di color che sanno †).

Der Glaube an eine unmittelbare Bereicherung des Ariſtoteliſchen zoologiſchen Wiſſens durch die Heerzüge des Macedoniers iſt jedoch durch ernſte neuere Unterſuchungen, wo nicht gänzlich verſchwunden, doch wenigſtens ſehr ſchwankend geworden. Die elende Compilation eines Lebens des Stagiriten, welche lange dem Ammonius, Sohn des Hermias, zugeſchrieben ward, hatte unter vielen hiſtoriſchen Irrthümern auch den verbreitet ‡), daß der Philoſoph ſeinen Zögling wenigſtens bis an die Ufer des Nils begleitet habe ||). Das große Werk über die Thiere ſcheint um ſehr weniges neuer als die *Meteorologica*, und dieſe fallen nach inneren Kennzeichen ¶) in die 106te, am ſpäteſten in die 111te Olympiade: alſo entweder 14 Jahre früher, als Ariſtoteles an den Hof des Philippus kam, oder auf das höchſte 3 Jahre vor dem Uebergange über den Granicus. Gegen dieſe Anſicht einer frühen Vollendung der neun Bücher Ariſtoteliſcher Thiergeſchichte werden nun freilich einzelne Angaben als widerſtreitend angeführt. Dahin gehört die genaue Kenntniß, welch. Ariſtoteles von dem Elephanten, dem bärtigen Pferd-Hirſche (hippelaphos), dem bactriſchen

über die merkwürdige Stelle des Plinius XII, 6 correſpondirt: „Major alia (arbor) pomo et suavitate praecellentior, quo *sapientes* Indorum vivunt. Folium ejus avium imitatur, longitudine trium cubitorum, latitudine duûm. Fructum cortice mittit, admirabilem succi dulcedine ut uno quaternos satiet. Arbori nomen *palae*, pomo *arienae*." Folgendes iſt das Reſultat der Unterſuchung meines gelehrten Freundes: „Amarasinha ſtellt die Muſa (Banane, Piſang) an die Spitze aller nahrhaften Pflanzen. Unter den vielen Sanskritnamen, die er anführt, finden ſich: varanabuscha, bhanuphala (Sonnenfrucht) und moko, woraus das arabiſche mauza. Phala (pala) heißt Frucht im allgemeinen und iſt alſo nur aus Mißverſtändniß für den Namen der Pflanze gehalten worden. Varana kommt ohne buscha nicht im Sanskrit als Name der Muſa vor, die Abkürzung mag aber der Volksſprache angehört haben; varana wäre griechiſch ὀβαρίνα, was gewiß von ariena nicht ſehr entfernt iſt." Vergl. Laſſen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 262; mein Essai politique sur la Nouv. Espagne T. II. 1827 p. 382, Relation hist. T. I. p. 491. Den chemiſchen Zuſammenhang des nahrhaften Amylum mit dem Zuckerſtoff haben Prosper Alpinus und Abd-Allatif gleichſam geahndet, indem ſie die Entſtehung der Muſa aus der Inſertion des Zuckerrohrs oder der ſüßen Dattelfrucht in die Wurzel der Colocaſia zu erklären ſuchten. (Abd-Allatif, Relation de l'Égypte, trad. par Silvestre de Sacy p. 28 und 105.)

*) Vergl. über dieſe Epoche Wilhelm von Humboldt in ſeinem Werke über die Kawi-Sprache und die Verſchiedenheit des menſchlichen Sprachbaues Bd. I. S. CCL und CCLIV; Droyſen, Geſch. Alexanders des Gr. S. 547, und helleniſt. Staatenſyſtem S. 24.

†) *Dante, Inf.* IV, 130.

‡) Vergl. Cuvier's Behauptungen in der Biographie universelle T. II. 1811 p. 458 (leider! auch nicht in der Ausgabe von 1843 T. II. p. 219) mit Stahr's Ariſtotelia Th. I. S. 15 und 108.

||) Cuvier hat, als er das Leben des Ariſtoteles bearbeitete, an dieſe Begleitung nach Aegypten geglaubt, „von woher der Stagirite alle Materialien zu der Historia Animalium nach Athen erſt Ol. 112, 2 ſollte zurückgebracht haben." Später (1830) hat der große Naturforſcher dieſe Meinung aufgegeben, weil er nach näherer Unterſuchung bemerkte, „daß die Beſchreibungen der ägyptiſchen Thiere nicht nach dem Leben, ſondern nach Notizen des Herodot entworfen wären." Vergl. Cuvier, Histoire des Sciences naturelles, publiée par Magdeleine de Saint-Agy T. I. 1841 p. 134.)

¶) Zu dieſen inneren Kennzeichen gehören: die Angabe von der vollkommenen Abgeſchloſſenheit (Inſelirtheit des caſpiſchen Meeres; die von dem großen unter dem Archonten Nicomachus erſchienenen Cometen, Ol. 109, 4 nach Corſini, der nicht mit dem, welchen Herr von Boguslawski neuerlichſt den Cometen des Ariſtoteles (unter dem Archonten Aſteus, Ol. 101, 4; Ariſtot. Meteor. lib. I. cap. 6, 10, Vol. I. pag. 339 Ideler; identiſch mit Cometen von 1695 und 1843 I) genannt hat, zu verwechſeln iſt; die Erwähnung der Zerſtörung des Tempels zu Epheſus, wie die eines in 8 Jahren zweimal geſehenen Mondregenbogens. Vergl. Schneider ad Aristot. Hist. de Animalibus T. I. p. XL, XLII, CIII und CXX; Ideler ad Aristot. Meteor. Vol. I. p. X; Humboldt, Asie centr. T. II. p. 168.) Daß die Thiergeſchichte ſpäter geſchrieben als die Meteorologica, erkennt man auch daraus, daß in dieſen bereits auf jene als auf einen Gegenſtand hingedeutet wird, der bald folgen ſoll (Meteor. I. 1, 3 und IV. 12, 13).

den. So gelangte stufenweise der Mensch wie durch neue Organe zu einer genaueren Kenntniß der Bewegungen im Planetensysteme. Nur die Kenntniß von der absoluten Größe, Gestaltung, Masse und physischen Beschaffenheit der Weltkörper machte Jahrtausende lang keine Fortschritte.

Nicht allein mehrere selbstbeobachtende Astronomen des alexandrinischen Museums waren ausgezeichnete Geometer, das Zeitalter der Ptolemäer war überhaupt die glänzendste Epoche der Bearbeitung des mathematischen Wissens. Es erscheinen in demselben Jahrhundert Euclides, der Schöpfer der Mathematik als Wissenschaft, Apollonius von Perga und Archimedes, der Aegypten besuchte und durch Conon mit der alexandrinischen Schule zusammenhing. Der lange Weg, welcher von der sogenannten geometrischen Analysis des Plato und den Menächmeischen Dreigestalten*) bis zu dem Zeitalter von Kepler und Tycho, Euler und Clairaut, d'Alembert und Laplace führt, bezeichnet eine Reihe mathematischer Entdeckungen, ohne welche die Gesetze der Bewegung der Weltkörper und ihre gegenseitigen Verhältnisse in den Himmelsräumen dem Menschengeschlechte nicht offenbart worden wären. Wie das Fernrohr, ein sinnliches näherndes, raumdurchdringendes Hülfsmittel, hat die Mathematik durch Ideenverknüpfung in jene fernen Himmelsregionen geführt, von einem Theil derselben sicheren Besitz genommen; ja bei Anwendung aller Elemente, die der Standpunkt der heutigen Astronomie gestattet, hat in unseren für Erweiterung des Wissens glücklichen Tagen das geistige Auge einen Weltkörper†) gesehen, ihm seinen Himmelsort, seine Bahn und seine Masse angewiesen, ehe noch ein Fernrohr auf ihn gerichtet war!

IV.

Römische Weltherrschaft. — Einfluß eines großen Staatsverbandes auf die kosmischen Ansichten. — Fortschritte der Erdkunde durch Landhandel. — Strabo und Ptolemäus. — Anfänge der mathematischen Optik und des chemischen Wissens. — Versuch einer physischen Weltbeschreibung durch Plinius. — Die Entstehung des Christenthums erzeugt und begünstigt das Gefühl von der Einheit des Menschengeschlechts.

Wenn man die geistigen Fortschritte der Menschheit und die allmälige Erweiterung kosmischer Ansichten verfolgt, so tritt die Periode der römischen Weltherrschaft als einer der wichtigsten Zeitpunkte hervor. Alle die fruchtbaren Erdstriche, welche das Becken des Mittelmeers umgeben, finden wir nun zum ersten Male in einem engen Staatsverbande vereinigt. Große Ländermassen haben sich ihm besonders im Osten angeschlossen.

Es ist hier der Ort auf's neue daran zu erinnern‡), wie das Bild, das ich mich bestrebe als Geschichte der Weltanschauung in allgemeinen Zügen zu entwerfen, eben durch das Auftreten eines solchen Staatsverbandes eine objective Einheit der Darstellung empfängt. Unsere Civilisation, d. i. die geistige Entwickelung aller Völker des ganzen europäischen Continents, kann man als gewurzelt betrachten in der der Anwohner des mittelländischen Meerbeckens, und zunächst in der Civilisation der Griechen und Römer. Was wir vielleicht nur zu ausschließlich classische Literatur nennen, erhielt diese Bezeichnung durch die Kenntniß von dem Ursprunge unseres frühesten Wissens, von der ersten Anregung zu solchen Ideenkreisen und Gefühlen, die mit der Vermenschlichung und Geisteserhebung eines Volksstammes‖) am innigsten verwandt sind. Es wird in dieser Betrachtungsweise keinesweges für unwichtig erklärt, was dem großen Strome griechischer und römischer Cultur auf mannigfaltigen, noch nicht genugsam ergründeten Wanderungswegen

*) Ihrler über Eudoxus S. 23.
†) Der von Le Verrier entdeckte Planet.
‡) Vergl. oben Kosmos Buch II. S. 244, 246, 248 und 261.
‖) Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. XXXVII.

Uebertreibungen*) und mißverſtandene Traditionen des Plinius, Athenäus und Aelian zu halten.

Die macedoniſche Expedition, welche einen großen und ſchönen Theil der Erde dem Einfluſſe eines einzigen und dazu eines ſo hochgebildeten Volkes eröffnete, kann demnach im eigentlichſten Sinne des Wortes als eine wiſſenſchaftliche Expedition betrachtet werden: ja als die erſte, in der ein Eroberer ſich mit Gelehrten aus allen Fächern des Wiſſens, mit Naturforſchern, Landmeſſern, Geſchichtsſchreibern, Philoſophen und Künſtlern umgeben hatte. Ariſtoteles wirkte aber nicht blos durch das, was er ſelbſt hervorgebracht; er wirkte auch durch die geiſtreichen Männer ſeiner Schule, welche den Feldzug begleiteten. Unter dieſen glänzte vor allen des Stagiriten naher Verwandter, Calliſthenes aus Olynth, der ſchon vor dem Heerzuge botaniſche Werke und eine feine anatomiſche Unterſuchung über das Geſichtsorgan geliefert hatte. Durch die ernſte Strenge ſeiner Sitten und die ungemeſſene Freiheit ſeiner Rede ward er dem, ſchon von ſeiner edlen und hohen Sinnesart herabgeſunkenen Fürſten, wie deſſen Schmeichlern, verhaßt. Calliſthenes zog unerſchrocken die Freiheit dem Leben vor, und als man ihn zu Bactra in die Verſchwörung des Hermolaus und der Edelknaben ſchuldlos verwickelte, ward er die unglückliche Veranlaſſung zu der Erbitterung Alexanders gegen ſeinen früheren Lehrer. Theophraſt, des Olynthiers gemüthlicher Freund und Mitſchüler, hatte den Biederſinn, ihn nach ſeinem Sturze öffentlich zu vertheidigen; von Ariſtoteles wiſſen wir nur, daß er ihn vor ſeiner Abreiſe zur Vorſicht gemahnt und, durch den langen Aufenthalt bei Philipp von Macedonien des Hoflebens, wie es ſcheint, ſehr kundig, ihm gerathen habe: „mit dem König ſo wenig als möglich, und wenn es ſein müßte, immer beifällig zu reden†).“

Von auserwählten Männern aus der Schule des Stagiriten unterſtützt, hatte Calliſthenes, als ein ſchon in Griechenland mit der Natur vertrauter Philoſoph, in den neu aufgeſchloſſenen weiteren Erdkreiſen die Forſchungen ſeiner Mitarbeiter zu höheren Anſichten geleitet. Nicht die Pflanzenfülle und das mächtige Thierreich, nicht die Geſtaltung des Bodens oder die Periodicität des Anſchwellens der großen Flüſſe konnten allein die Aufmerkſamkeit feſſeln; der Menſch und ſeine Geſchlechter in ihren mannigfaltigen Abſtufungen der Färbung und Geſittung mußten nach dem eigenen Ausſpruche des Ariſtoteles‡) als „der Mittelpunkt und Zweck der geſammten Schöpfung erſcheinen: als komme der Gedanke des göttlichen Denkens hienieden erſt in ihm zum Bewußtſein.“ Aus dem Wenigen, was uns von den Berichten des im Alterthum ſo getadelten Oneſikritus übrig iſt, erſehen wir, wie ſehr man in der macedoniſchen Expedition, weit zum Sonnenaufgang gelangend, verwundert war, zwar die von Herodot genannten dunkelfarbigen, den Aethiopen ähnlichen indiſchen Stämme, aber nicht die afrikaniſchen kraushaarigen Neger zu finden‖); man beachtete ſcharf den Einfluß der Atmoſphäre auf Färbung, die verſchiedene Wirkung der trockenen und feuchten Wärme. In der früheſten homeriſchen

*) Vergl. Sainte-Croix, Examen des historiens d'Alexandre 1810 p. 207 und Cuvier, Hist. des Sciences nat. T. I. p. 137 mit Schneider ad Aristot. de Hist. Animal. T. I. p. XLII—XLVI und Stahr, Aristotelia Th. I. S. 116—118. Wenn demnach die Sendungen aus Aegypten und Inner-Aſien ſehr unwahrſcheinlich ſind, ſo bezeugen dagegen die neueſten großen Anatomen Johannes Müller, mit welcher wundervollen Feinheit Ariſtoteles Fiſche der griechiſchen Meere zergliederte. S. über die Adhärenz des Eies mit dem Uterus in einer der beiden im Mittelmeer lebenden Arten der Gattung Mustelus, die im Fötuszuſtande eine Placenta des Dottersacks beſitzt, welche mit der Uterin-Placenta der Mutter zuſammenhängt, die gelehrte Abhandlung von Johannes Müller und ſeine Unterſuchungen über den γαλεὸς λεῖος des Ariſtoteles in den Abhandl. der Berliner Akademie aus d. J. 1840 S. 192—197. (Vergl. Ariſtot. Hist. Anim. VI, 10 und de Gener. Anim. III, 3.) Eben ſo zeugen für die feinſten anatomiſchen Selbſtarbeiten des Stagiriten die Unterſcheidung und ausführliche Zergliederung der Tintenfiſch-Arten, die Beſchreibung der Zähne in den Schnecken und der Organe anderer Gaſteropoden. (Vergl. Hist. Anim. IV, 1 und 4 mit Lebert in Müller's Archiv der Phyſiologie 1846 S. 463 und 467.) Auf die Geſtalt der Schneckenzähne habe ich ſelbſt ſchon 1797 die neueren Naturforſcher aufmerkſam gemacht; ſ. meine Verſuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer Buch I. S. 261.

†) Valer. Marim. VII, 2: „ut eum Rege aut rarissime aut quam jucundissime loqueretur.“

‡) Ariſtot. Polit. I, 8 und Eth. ad Eudemum VII, 14.

‖) Strabo lib. XV pag. 690 und 695 (Herod. III, 101).

Bei dem Genuſſe eines langen Friedens hätte man vielleicht erwarten ſollen, daß die Vereinigung ſo ausgedehnter, unter den verſchiedenartigſten Klimaten gelegener Länder zu einer Monarchie, daß die Leichtigkeit, mit der Staatsbeamte mit einem zahlreichen Gefolge vielſeitig gebildeter Männer die Provinzen durchreiſten, nicht bloß der Erdbeſchreibung, ſondern der geſammten Naturkunde und den höheren Anſichten über den Zuſammenhang der Erſcheinungen auf eine außerordentliche Weiſe förderlich geweſen ſein würde; aber ſo hochgeſpannte Erwartungen ſind nicht in Erfüllung gegangen. In dieſer langen Periode der ungetheilten römiſchen Weltherrſchaft, in faſt vier Jahrhunderten, erhoben ſich als Beobachter der Natur nur Dioscorides der Cilicier und Galenus von Pergamus. Der erſtere, die Zahl der beſchriebenen Pflanzenarten anſehnlich vermehrend, ſteht tief unter dem philoſophiſch combinirenden Theophraſt: während durch Feinheit der Zergliederung und den Umfang phyſiologiſcher Entdeckungen Galenus, welcher ſeine Beobachtungen auf mehrere Thiergattungen ausgedehnt, „ſehr nahe neben Ariſtoteles und meiſt über ihn geſtellt werden kann.“ Dieſes Urtheil hat Cuvier*) gefällt.

Neben Dioscorides und Galenus glänzt nur noch ein dritter großer Name, der des Ptolemäus. Wir nennen ihn hier nicht als aſtronomiſchen Syſtematiker oder als Geographen, ſondern als experimentirenden, die Strahlenbrechung meſſenden Phyſiker, als erſten Gründer eines wichtigen Theils der Optik. Seine ganze unbezweifelbaren Rechte ſind erſt ſpät erkannt worden†). So wichtig auch die Fortſchritte in der Sphäre des organiſchen Lebens und in den allgemeinen Anſichten der vergleichenden Zootomie waren, ſo müſſen doch hier in einer Periode, welche der der Araber um ein halbes Jahrtauſend vorhergeht, phyſiſche Experimente über den Gang der Lichtſtrahlen unſere Aufmerkſamkeit beſonders feſſeln. Es iſt wie der erſte Schritt in einer neugeöffneten Laufbahn, in dem Streben nach einer mathematiſchen Phyſik.

Die ausgezeichneten Männer, welche wir ſo eben genannt als wiſſenſchaftlichen Glanz über die Kaiſerzeit verbreitend (der tiefſinnige, aber noch ſymbolloſe, arithmetiſche Algebriſt Diophantus‡) gehört einer ſpäteren Zeit an), ſind alle griechiſchen Stammes. Bei dem Zwieſpalt der Bildung, den die römiſche Weltherrſchaft darbietet, blieb dem älteren, glücklicher organiſirten Culturvolke, den Hellenen, die Palme; aber es zerſtreuten ſich nach dem allmäligen Untergange der ägyptiſch-alexandriniſchen Schule die geſchwächten Lichtpunkte des Wiſſens und des rationellen Forſchens: ſie erſcheinen erſt ſpäter wieder in Griechenland und Kleinaſien. Wie in allen unumſchränkten Monarchien, welche bei einem ungeheuren Umfange aus den heterogenſten Elementen zuſammengeſetzt ſind, war das Streben der Regierung hauptſächlich darauf gerichtet durch militäriſchen Zwang und durch die innere Rivalität einer vielfach getheilten Adminiſtration die drohende Zerſtückelung des Länderverbandes abzuwenden, durch Wechſel von Strenge und Milde den Familienzwiſt im Hauſe der Cäſaren zu verdecken, unter edeln Herrſchern den Völkern die Ruhe zu geben, welche der ungehinderte, ſtill ertragene Despotismus periodenweiſe gewähren kann.

Das Erringen der römiſchen Weltherrſchaft iſt allerdings ein Werk geweſen der Größe des römiſchen Charakters, einer lang bewährten Sittenſtrenge, einer ausſchließlichen, mit

---

welche ſchon ſeit Columbus dem Sohne auf die Entdeckung von Amerika gedeutet wurde.

*) Cuvier, Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 312—328.

†) Liber Ptholemei de opticis sive aspectibus, das ſchöne Manuſcript der königlichen Pariſer Bibliothek Nr. 7310, welches ich bei Gelegenheit der Auffindung einer merkwürdigen Stelle über die Strahlenbrechung im Sextus Empiricus (adversus Astrologos lib. V p. 231 Fabr.) unterſucht habe. Die Auszüge, die ich aus dem Pariſer Manuſcripte 1811, alſo vor Delambre und Venturi, gegeben, ſtehen in der Einleitung meines Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. LXV—LXX. Das griechiſche Original iſt uns nicht erhalten, ſondern nur eine lateiniſche Ueberſetzung zweier arabiſchen Manuſcripte der Optik des Ptolemäus. Der lateiniſche Ueberſetzer nennt ſich Amiracus Eugenius, Siculus. Vergl. Venturi, Comment. sopra la storia e le teorie dell' Ottica (Bologna 1814) p. 227; Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne (1817) T. I. p. LI und T. II. p. 410—432.

‡) Letronne beweiſt aus der Begebenheit des fanatiſch-chriſtlichen Mordes der Tochter des Theon von Alexandrien, daß das ſo viel beſtrittene Zeitalter des Diophantus doch nicht nach dem Jahre 389 fallen kann (Sur l'origine grecque des Zodiaques prétendus égyptiens 1837 p. 26).

pen-Pyramide des Belus (zugleich Tempel, Grab und eine die nächtlichen Stunden verkündende Sternwarte) war von Xerxes der Zerstörung preis gegeben; das Monument lag zur Zeit des macedonischen Heerzuges bereits in Trümmern. Aber eben weil die geschlossene Priestercaste sich bereits aufgelöst, ja der astronomischen Schulen sich eine große Zahl*) gebildet hatte, war es dem Callisthenes möglich geworden (wie Simplicius behauptet, auf Rath des Aristoteles) Sternbeobachtungen aus einer sehr langen Periode von Jahren (Porphyrius sagt: für eine Periode von 1903 Jahren vor Alexanders Einzug in Babylon, Ol. 112, 2) nach Griechenland zu senden. Die ältesten chaldäischen Beobachtungen, deren das Almagest erwähnt (wahrscheinlich die ältesten, welche Ptolemäus zu seinen Zwecken tauglich fand), gehen aber freilich nur bis 721 Jahre vor unserer Zeitrechnung, d. h. bis zu dem ersten messenischen Kriege. Gewiß ist es, „daß die Chaldäer die mittleren Bewegungen des Mondes mit einer Genauigkeit kannten, welche die griechischen Astronomen veranlaßte sich derselben zur Begründung der Mondstheorie zu bedienen†)." Auch ihre Planetenbeobachtungen, zu denen sie eine uralte Liebe der Astrologie anregte, scheinen sie zur wirklichen Construction astronomischer Tafeln benutzt zu haben.

Wie viel von den früheſten pythagoreischen Ansichten über die wahre Beschaffenheit des Himmelsgebäudes, über den Planetenlauf und die nach Apollonius Myndius‡) in langer geregelter Bahn wiederkehrenden Cometen den Chaldäern zugehört, ist hier nicht der Ort zu entwickeln. Strabo nennt den „Mathematiker Seleucus" einen Babylonier und unterscheidet ihn‖) so von dem Erythräer, der die Meeresfluth maaß. Es genügt zu bemerken, daß auch der griechische Thierkreis höchst wahrscheinlich „von der Dodecatemorie der Chaldäer entlehnt ist und daß derselbe nach Letronne's wichtigen Untersuchungen¶) nicht höher als bis zum Anfange des sechsten Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt."

Was der Contact der Hellenen mit den Völkern indischen Ursprungs in der Epoche der macedonischen Heerzüge unmittelbar hervorgerufen, ist in Dunkel gehüllt. Von wissenschaftlicher Seite konnte wahrscheinlich wenig gewonnen werden, weil Alexander in dem Fünfstromlande (in dem Pantschanada), nachdem er das Reich des Porus zwischen dem cedertreichen**) Hydaspes (Jelum) und dem Acesines (Tschinab) durchzogen, nur bis zum Hyphasis vorgedrungen war: doch bis zu dem Punkte, wo dieser Fluß bereits die Wasser des Satadru (Hesidrus bei Plinius) empfangen hat. Mißmuth seiner Kriegsvölker und Besorgniß vor einem allgemeinen Aufstande in den persischen und syrischen Pro-

---

*) Die Schulen der Orchener und Borsipener, Strabo lib. XVI p. 739. In dieser Stelle werden in Verbindung mit den chaldäischen Astronomen vier chaldäische Mathematiker namentlich aufgeführt; dieser Umstand ist historisch um so wichtiger, da Ptolemäus, als wären die Beobachtungen in Babylon immer nur collegialisch angestellt worden (Ideler, Handbuch der Chronologie Bd. I. 1825 S. 198), die Sternbeobachter stets durch den Gesammtnamen Χαλδαῖοι bezeichnet.

†) Ideler a. a. O. Bd. I. S. 202, 206 und 218. Wenn man den Zweifel gegen den Glauben an die von Callisthenes aus Babylon nach Griechenland gesandten astronomischen Beobachtungen darauf gründet (Delambre, Historie de l'Astronomie ancienne T. I. p. 308), „daß keine Spur von diesen Beobachtungen der chaldäischen Priestercaste sich in den Schriften des Aristoteles finde:" so vergißt man, daß Aristoteles (de Coelo lib. II c. 12) gerade da, wo er von einer von ihm selbst beobachteten Bedeckung des Mars vom Monde spricht, ausdrücklich hinzufügt: „eben dergleichen vieljährige an den übrigen Planeten gemachte Beobachtungen haben die Aegypter und die Babylonier angestellt, von denen viele zu unserer Kunde gelangt sind." Ueber den wahrscheinlichen Gebrauch astronomischer Tafeln bei den Chaldäern s. Chasles in den Comtes rendus de l'Acad. des Sciences T. XXIII. (1846) p. 852—854.

‡) Seneca, Nat. Quaest. VII, 17.

‖) Vergl. Strabo lib. XVI p. 739 mit lib. III. p. 174.

¶) Diese Untersuchungen sind vom Jahr 1824 (Guigniaut, Religions de l'Antiquité, ouvr. trad. de l'allem. de. F. Creuzer T. I. P. 2. p. 928). Spätere Aufsätze von Letronne sind die im Journal des Savants 1839 p. 338 und 492 wie auch die Analyse critique des représentations zodiacales en Egypte 1846 p. 15 und 34. (Vergl. damit Ideler über den Ursprung des Thierkreises in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem J. 1838 S. 21.)

**) Die herrlichen Waldungen von Cedrus deodara (Kosmos Buch I. S. 11), am häufigsten zwischen acht- und eilftausend Fuß, am oberen Hydaspes (Behut), der den Wullersee in dem Alpenthale von Kaschmir durchströmt, haben das Material zu Nearchs Flotte hergegeben (Burnes, Travels Vol. I. p. 59). Der Stamm dieser Ceder hat nach der Beobachtung des, leider! der Wissenschaft (durch den Tod auf einem Schlachtfelde) entrissenen Dr. Hoffmeister, des Begleiters des Prinzen Waldemar von Preußen, oft bis 40 Fuß Umfang.

Kuen-lün) hinzieht. Eine chinesische Kriegsmacht bedrängte die Hiungnu, machte zinsbar die kleinen Reiche von Khotan und Kaschgar, und trug ihre siegreichen Waffen bis an die östliche Küste des caspischen Meeres. Das ist die große Expedition des Feldherrn Pantschab unter dem Kaiser Mingti aus der Dynastie der Han. Sie fällt in die Zeiten des Vespasian und Domitianus. Chinesische Schriftsteller schreiben sogar dem kühnen und glücklichen Feldherrn einen großartigeren Plan zu; sie behaupten, er habe das Reich der Römer (Tathsin) angreifen wollen, aber die Perser hätten ihn abgemahnt*). So entstanden Verbindungen zwischen den Küsten des stillen Meeres, dem Schensi und jenem Oxus-Gebiete, in welchem von früher Zeit her ein lebhafter Handel mit dem schwarzen Meere getrieben wurde.

Die Richtung der großen Völkerfluthen in Asien war von Osten nach Westen, in dem Neuen Continente von Norden gegen Süden. Anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, fast zur Zeit der Zerstörung von Korinth und Carthago, gab der Anfall der Hiungnu (eines türkischen Stammes, den Deguignes und Johannes Müller mit den finnischen Hunnen verwechseln) auf die blonde und blauäugige wahrscheinlich indogermanische Race †) der Yueti (Geten?) und Usün, nahe an der chinesischen Mauer, den ersten Anstoß zu der Völkerwanderung, welche die Grenzen von Europa erst um ein halbes Jahrtausend später berührte. So hat sich langsam die Völkerwelle vom oberen Flußthal des Hoangho nach Westen bis zum Don und zur Donau fortgepflanzt, und Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen haben in dem nördlichen Gebiete des alten Continents einen Theil des Menschengeschlechts mit dem anderen zuerst in feindlichen, später in commerciellen friedlichen Contact gebracht. So werden große Volksströmungen, fortschreitend wie die Strömungen des Oceans zwischen ruhenden unbewegten Massen, Begebenheiten von kosmischer Bedeutung.

Unter der Regierung des Kaisers Claudius kam die Gesandtschaft des Rachias aus Ceylon über Aegypten nach Rom. Unter dem Marcus Aurelius Antoninus (bei den Geschichtsschreibern der Dynastie der Han An-tun genannt) erschienen römische Legaten am chinesischen Hofe. Sie waren zu Wasser über Tunkin gekommen. Wir bezeichnen hier die ersten Spuren eines ausgebreiteten Verkehrs des Römerreiches mit China und Indien schon deshalb, weil höchstwahrscheinlich durch diesen Verkehr in beide Länder, ohngefähr in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, die Kenntniß der griechischen Sphäre, des griechischen Thierkreises und der astrologischen Planetenwoche verbreitet worden ist‡). Die großen indischen Mathematiker Warahamihira, Brahmagupta und vielleicht selbst Aryabhatta sind neuer als die Periode, die wir hier schildern‖); aber was früher schon auf ganz einsamen, abgesonderten Wegen in Indien entdeckt war und diesem altgebildeten Volke ursprünglich zugehört, kann auch vor Diophantus durch den unter den Lagiden und Cäsaren so ausgebreiteten Welthandel theilweise in den Occident eingedrungen sein. Es soll hier nicht unternommen werden abzusondern, was jedem Völkerstamme und jeder Zeitepoche eigenthümlich ist; es ist genug an die Wege zu erinnern, die dem Ideenverkehr geöffnet waren

---

*) Klaproth, Tableaux historiques de l'Asie 1826 p. 65—67.

†) Zu dieser blonden, blauäugigen indogermanischen, arischen oder arischen Race des östlichsten Asiens gehören die Usün, Tingling, Hutis und großen Yueten. Die letzten werden von den chinesischen Schriftstellern ein türkischer Nomadenstamm genannt, der schon 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung zwischen dem oberen Lauf des Hoangho und dem Schneegebirge Nanschan eingewandert war. Ich erinnere hier an diese Abkunft, da die Seres (Plin. VI, 22) ebenfalls rutilis comis et caerulais oculis beschrieben werden (vergl. Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. III. Abth. 2. 1845 S. 275. Die Kenntniß dieser blonden Racen, welche in dem östlichsten Theil von Asien auftreten und den ersten Anstoß zur sogenannten großen Völkerwanderung gaben, haben wir den Nachforschungen von Abel-Rémusat und Klaproth zu verdanken; sie gehören zu den glänzenden geschichtlichen Entdeckungen unseres Zeitalters.

‡) Letronne in den Observations critiques et archéologiques sur les représentations zodiacales de l'Antiquité 1824 p. 99, wie auch in seiner neueren Schrift sur l'origine grecque des Zodiaques prétendus égyptiens 1837 p. 27.

‖) Der gründliche Colebrooke setzt Warahamihira in das fünfte, Brahmagupta an das Ende des sechsten Jahrhunderts und Aryabhatta ziemlich unbestimmt zwischen 200 und 400 unserer Zeitrechnung. (Vergl. Holtmann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises 1841 S. 23.)

hinſchwand, je mehr ihre ſchöpferiſche begeiſternde Kraft an Tiefe und Stärke verlor: deſto gewinnreicher waren durch Belebung und Erweiterung des Völkerverkehrs, wie durch rationelle Verallgemeinerung der Naturanſichten, die Fortſchritte in der Kenntniß des Zuſammenhangs der Erſcheinungen. Im ſyriſchen Reiche, bei den Attaliden von Pergamum, unter den Seleuciden und Ptolemäern wurden ſie überall und faſt gleichzeitig von ausgezeichneten Herrſchern begünſtigt. Das griechiſche Aegypten hatte den Vorzug politiſcher Einheit; es hatte auch den einer geographiſchen Weltſtellung, die durch den Einbruch des arabiſchen Meerbuſens von Bab-el-Mandeb bis Suez und Akaba (in der Erſchütterungs-Richtung SSO—NNW) den Verkehr auf dem indiſchen Ocean dem Verkehr an den Küſten des Mittelmeers auf wenige Meilen nahe bringt*).

Das Reich der Seleuciden genoß nicht dieſe Vortheile des Seehandels, wie ſie Form und Gliederung der Ländermaſſen den Lagiden darboten; ſeine Stellung war gefährdeter, von den Zerſplitterungen bedroht, welche die verſchiedenartige Nationalität der Satrapien erzeugte. Der Verkehr im Seleuciden-Reiche war überdies mehr ein innerer, an Stromgebiete oder an Caravanenſtraßen gefeſſelt, die allen hindernden Naturgewalten von ſchneebedeckten Gebirgsketten, Hochebenen und Wüſten trotzten. Der große Waarenzug, in welchem die Seide das koſtbarſte Product war, ging aus Inner-Aſien von der Hochebene der Serer nördlich von Uttara-Kuru, über den ſteinernen Thurm†) (wahrſcheinlich einen befeſtigten Caravanſerai) ſüdlich von den Quellen des Jaxartes nach dem Oxus-Thale zum caſpiſchen und ſchwarzen Meere. Dagegen war der Hauptverkehr des Lagiden-Reiches, ſo lebhaft auch die Flußſchifffahrt auf dem Nil und die Communication zwiſchen den Nil-Ufern und den Kunſtſtraßen längs dem Geſtade des rothen Meeres ſein mochte, doch im eigentlichſten Verſtande des Wortes der Seehandel. Nach Alexanders großen Anſichten ſollten, in Weſten und Oſten, das neugegründete ägyptiſche Alexandria und das uralte Babylon die beiden Hauptſtädte des macedoniſchen Weltreichs werden; doch Babylon hat dieſen Hoffnungen ſpäter nie entſprochen, und die Blüthe der, von Seleucus Nicator am unteren Tigris erbauten, durch Canäle‡) mit dem Euphrat verbundenen Seleucia trug dazu bei den völligen Verfall von Babylon zu veranlaſſen.

Drei große Regenten, die erſten drei Ptolomäer, deren Regierung ein ganzes Jahrhundert ausfüllt, haben durch ihre Liebe für die Wiſſenſchaften, durch die glänzendſten Anſtalten zur Beförderung geiſtiger Bildung und durch ununterbrochenes Streben nach Erweiterung des Seehandels, der Natur- und Länderkenntniß einen Zuwachs verſchafft, wie derſelbe bis dahin noch von keinem Volke errungen worden war. Dieſer Schatz ächt wiſſenſchaftlicher Cultur ging von den in Aegypten angeſiedelten Hellenen zu den Römern über. Schon unter Ptolomäus Philadelphus, kaum ein halbes Jahrhundert nach dem Tode Alexanders (ſelbſt eher als der erſte puniſche Krieg den ariſtocratiſchen Freiſtaat der Carthager erſchütterte), war Alexandria der größte Handelsplatz der Welt. Ueber Alexandria ging der nächſte und bequemſte Weg von dem Becken des Mittelmeers nach dem ſüdöſtlichen Afrika, nach Arabien und Indien. Die Lagiden haben die Straße des Weltverkehrs, welche die Natur durch die Richtung des arabiſchen Meerbuſens gleichſam vorgezeichnet‖), mit beiſpielloſem Erfolge benutzt: eine Straße, die ihr Recht in vollem Maaße erſt dann wird wieder gelten laſſen, wenn die Verwilderung des morgenländiſchen Lebens und die ſtörende Eiferſucht der abendländiſchen Mächte gleichzeitig abnehmen. Selbſt als Aegypten eine römiſche Provinz wurde, blieb es der Sitz eines unermeßlichen Reichthums, da der wachſende Luxus von Rom unter den Cäſaren auf das Nilland zurückwirkte und die Mittel ſeiner Befriedigung hauptſächlich in dem Weltverkehr von Alexandria fand.

---

*) S. oben Kosmos Buch II. S. 252.

†) Vergl. meine geographiſchen Unterſuchungen in der Asie centrale T. I. p. 145 und 151—157, T. II. p. 179.

‡) Plin. VI, 26?

‖) Droyſen, Geſch. des helleniſtiſchen Staatenſyſtems S. 749.

wie Posidonius und Polybius den Einfluß der schneller oder langsamer auf einander folgenden Durchgänge der Sonne durch den Zenith auf das Maximum der Luftwärme unter dem Wendekreise oder dem Aequator; die mannigfaltigen Ursachen der Veränderungen, welche die Erdfläche erlitten; den Durchbruch ursprünglich abgeschlossener Seen; das allgemeine, schon von Archimedes anerkannte Niveau der Meere; die Strömungen derselben; die Eruption unterseeischer Vulkane, Muschelversteinerungen und Fischabdrücke; ja, was am meisten unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, weil es der Kern der neueren Geognosie geworden ist, die periodischen Oscillationen der Erdrinde. Strabo sagt ausdrücklich, daß die veränderten Grenzen zwischen Meer und Land mehr der Hebung und Senkung des Bodens als den kleinlichen Anschwemmungen zuzuschreiben seien; „daß nicht bloß einzelne Felsmassen oder kleine und große Inseln, sondern ganze Continente können empor gehoben werden." Wie Herodot, ist Strabo auch auf die Abstammung der Völker und die Racenverschiedenheit des Menschen aufmerksam, welchen er merkwürdig genug „ein Land- und Luftthier" nennt, das „vieles Lichtes bedürftig" ist*). Die ethnologische Absonderung der Stämme finden wir am schärfsten aufgefaßt in den Commentaren des Julius Cäsar wie in des Tacitus herrlicher Lobrede auf den Agricola.

Leider ist Strabo's großes, an Thatsachen so reichhaltiges Werk, dessen kosmische Ansichten wir hier zusammenstellen, in dem römischen Alterthume bis in das fünfte Jahrhundert fast unbekannt, selbst von dem vielsammelnden Plinius unbenutzt geblieben. Es hat erst am Ende des Mittelalters auf die Richtung der Ideen gewirkt: aber in minderem Maaße als die mathematische, den physikalischen Ansichten fast ganz entfremdete, tabellarisch-nüchterne Geographie des Claudius Ptolemäus. Letztere ist bis in das sechzehnte Jahrhundert der Leitfaden aller Reisenden gewesen. Was man entdeckte, glaubte man fast immer in ihr unter anderen Benennungen zu erkennen. Wie die Naturhistoriker lange neu aufgefundene Pflanzen und Thiere den classischen Verzeichnissen des Linnäus anschlossen, so erschienen auch die frühesten Carten des Neuen Continents in dem Atlas des Ptolemäus, welchen Agathodämon zu derselben Zeit anfertigte, als im fernsten Asien bei den hochgebildeten Chinesen schon die westlichen Provinzen des Reichs†) in vier und vierzig Abtheilungen verzeichnet waren. Die Universal-Geographie des Ptolemäus hat allerdings den Vorzug uns die ganze Welt sowohl graphisch (in Umrissen) als numerisch (in sogenannten Ortsbestimmungen nach Längen, Polhöhen und Tagesdauer) darzustellen; aber so oft auch in derselben der Vorzug astronomischer Resultate vor den Angaben der Weglängen zu Wasser und zu Lande ausgesprochen wird, so ist doch leider in jenen unsicheren Ortsbestimmungen (über 2500 an der Zahl) nicht zu erkennen, auf welche Art von Fundamenten sie gegründet sind, welche relative Wahrscheinlichkeit nach den damaligen Itinerarien ihnen zugeschrieben werden könne. Die völlige Unkenntniß der Nordweisung der Magnetnadel, d. i. der Nichtgebrauch der Boussole, welche schon 1250 Jahre vor Ptolemäus neben einem Wegmesser in der Construction der magnetischen Wagen des chinesischen Kaisers Tschingwang angebracht war, machte bei Griechen und Römern die ausführlichsten Itinerarien wegen Mangels der Sicherheit in den Richtungen‡) (in dem Winkel mit dem Meridian) höchst ungewiß.

Je mehr man in der neuesten Zeit mit den indischen Sprachen und der altpersischen (dem Zend) bekannt geworden ist, desto mehr hat man erstaunen müssen, wie ein großer Theil

---

Noachidische und die mexicanischen Azteken die Fluth des Cuvier. Die Behauptungen Beckmann's und Cuvier's (Gesch. der Erfindungen Bd. II. S. 370 und Hist. des Sciences nat. T. I. p. 350), daß Appulejus eine Naturaliensammlung gehabt, hat Prof. Franz durch sehr sorgfältige Untersuchung widerlegt.

*) Strabo lib. XVII p. 810.

†) Carl Ritter's Asien Th. V. S. 560.

‡) S. die auffallendsten Beispiele falscher Orientirungen von Bergketten bei Griechen und Römern zusammengestellt in der Einleitung zu meiner Asie centrale T. I. p. XXXVII—XL. Ueber die Ungewißheit der numerischen Fundamente von Ptolemäus Ortsbestimmungen finden sich die befriedigendsten speciellen Untersuchungen in einer Abhandlung von Ukert im rheinischen Museum für Philologie Jahrg. VI. 1838 S. 314—324.

rothe Meer wurde der Hafenbau in Myos Hormos und Berenice sorgsam betrieben und durch eine herrliche Kunststraße mit Coptos in Verbindung gesetzt *).

Allen diesen Anstalten und Unternehmungen der Lagiden, den mercantilen wie den wissenschaftlichen, lag ein unaufhaltsames Streben nach dem Ganzen und Fernen, die Idee des Anknüpfens und der vermittelnden Einigung, des Umfassens großer Massen von Verhältnissen und Anschauungen zum Grunde. Eine so fruchtbringende Richtung der hellenischen Gedankenwelt, lange im Stillen vorbereitet, war durch Alexanders Heerzüge, durch seinen Versuch, den Westen mit dem Osten zu verschmelzen, zu einer großartigen Manifestation gelangt. Sie charakterisirt in ihrer Erweiterung unter den Lagiden die Epoche, deren Bild ich hier entwerfe; sie darf als ein wichtiger Fortschritt zur Erkenntniß eines Weltganzen betrachtet werden.

In so fern nun zu dieser wachsenden Erkenntniß Reichthum und Fülle der Anschauungen erforderlich sind, konnte der Verkehr Aegyptens mit fernen Ländern, konnten wissenschaftliche Untersuchungsreisen in Aethiopien auf Kosten der Regierung †), ferne Strauß- und Elephantenjagden ‡), Menagerien wilder und seltener Thiere in den „Königshäusern vom Bruchium" anregend zum Studium der Naturgeschichte ||) wirken und den Anforderungen des empirischen Wissens genügen; aber der eigenthümliche Charakter der ptolemäischen Epoche wie der ganzen alexandrinischen Schule, die ihre besondere Richtung bis in das dritte und vierte Jahrhundert behielt, offenbarte sich auf einem anderen Wege, minder im Selbstbeobachten des Einzelnen als in dem mühevollen Zusammenfassen des Vorhandenen, in der Anordnung, Vergleichung und geistigen Befruchtung des längst Gesammelten. Nachdem, so viele Jahrhunderte hindurch, bis zum mächtigen Auftreten des Aristoteles, die Naturerscheinungen, jeder scharfen Beobachtung entzogen, in ihrer Deutung der alleinigen Herrschaft der Ideen, ja der Willkühr dumpfer Ahndungen und wandelbarer Hypothesen anheim gefallen waren, offenbarte sich jetzt eine höhere Achtung für das empirische Wissen. Man untersuchte und sichtete, was man besaß. Die Naturphilosophie, minder kühn in ihren Speculationen und phantastischen Gebilden, trat endlich der forschenden Empirie näher auf dem sicheren Wege der Induction. Ein mühevolles Streben nach Anhäufung des Stoffes hatte eine gewisse Polymathie nothwendig gemacht; und wenn auch das vielseitige Wissen in den Arbeiten ausgezeichneter Denker wohlthätige Früchte darbot, so zeigte sich dasselbe doch, bei der hingesunkenen Schöpfungskraft der Hellenen, nur zu oft von Geistlosigkeit und nüchterner Erudition begleitet. Auch haben Mangel an Pflege der Form wie an Lebendigkeit und Anmuth der Diction dazu beigetragen, die alexandrinische Gelehrsamkeit strengen Urtheilen der Nachwelt auszusetzen.

Es ist diesen Blättern vorbehalten hauptsächlich das hervorzuheben, was die Epoche der Ptolemäer durch das Zusammenwirken äußerer Verhältnisse, durch Stiftung und plan-

*) S. die Untersuchungen von Letronne über den Canalbau zwischen dem Nil und dem rothen Meere von Neku bis zum Chalifen Omar, durch einen Zeitraum von mehr als 1300 Jahren, in der Revue des deux Mondes T. XXVII. 1841 p. 215–235. Vergl. auch Letronne de la civilisation égyptienne depuis Psammitichus jusqu'à la conquête d'Alexandre 1845 p. 16—19.

†) Meteorologische Speculationen über die fernen Ursachen des Anschwellens des Nils veranlaßten einen Theil dieser Reisen, weil Philadelphus, wie Strabo sich ausdrückt (lib. XVII p. 789 und 790), „wegen Wißbegier und Körperschwäche immer neue Zerstreuungen und Ergötzlichkeiten suchte."

‡) Zwei Jägerinschriften, „von denen die eine vorzugsweise an die Elephantenjagden des Ptolemäus Philadelphus erinnert," hat Lepsius auf seiner ägyptischen Reise an den Colossen von Abusimbel (Ibsambul) gefunden und copirt. (Vergl. über diesen Gegenstand Strabo lib. XVI p. 769 und 770; Aelian, de nat. anim. III, 34 und XVII, 3; Athenäus V p. 196.) Wenn gleich indisches Elfenbein nach dem Periplus maris Erythraei ein Ausfuhr-Artikel von Barygaza war, so wurde doch nach dem Berichte des Cosmas Elfenbein auch aus Aethiopien nach der westlichen Halbinsel von Indien exportirt. Die Elephanten haben sich seit dem Alterthume, auch im östlichen Afrika, mehr nach Süden zurückgezogen. Nach dem Zeugnisse des Polybius (V, 84) trieb da, wo in der Schlacht afrikanische und indische Elephanten einander gegenüberstanden, der Anblick, der Geruch und das Geschrei der größeren und stärkeren indischen Elephanten die afrikanischen in die Flucht. Der letzteren sind wohl nie als Kriegselephanten so viele aufgestellt worden, als in den asiatischen Feldzügen, wo Kandragupta 9000, der mächtige König der Prasier 6000, ja selbst Akbar noch eben so viel versammelt hielten (Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 305—307).

||) Athen. XIV p. 654; vergl. Parthey, das Alexandrinische Museum, eine Preisschrift, S. 55 und 111.

mäßige Ausstattung zweier großer Anstalten (des alexandrinischen Museums und zweier Büchersammlungen im Bruchium *) und in Rhakotis), durch die collegialische Annäherung so vieler Gelehrten, die ein praktischer Sinn belebte, geleistet hat. Das encyclopädische Wissen erleichterte die Vergleichung des Beobachteten, die Verallgemeinerung von Naturansichten. Das große wissenschaftliche Institut, welches den ersten beiden Lagiden seinen Ursprung verdankte, hat unter vielen Vorzügen lange auch den behauptet, daß seine Mitglieder frei nach ganz verschiedenen Richtungen †) arbeiteten und dabei doch, in einem fremden Lande angesiedelt und von vielerlei Volksstämmen umgeben, das Charakteristische hellenischer Sinnesart, hellenischen Scharfsinnes bewahrten.

Wenige Beispiele mögen, nach dem Geiste und der Form dieser historischen Darstellung, genügen, um zu beweisen, wie in der Erd- und Himmelskunde unter dem schützenden Einfluß der Ptolemäer Erfahrung und Beobachtung sich als die wahren Quellen der Erkenntniß Geltung verschafften, wie in der Richtung des alexandrinischen Zeitalters neben dem stoffanhäufenden Sammelfleiße doch immer eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten sich offenbarte. Hatten auch die verschiedenen griechischen Philosophenschulen, nach Nieder-Aegypten verpflanzt, in ihrer orientalischen Ausartung, zu vielen mythischen Deutungen über die Natur der Dinge Anlaß gegeben, so blieb doch im Museum den platonischen Lehren ‡) als sicherste Stütze das mathematische Wissen. Die Fortschritte dieses Wissens umfaßten fast gleichzeitig reine Mathematik, Mechanic und Astronomie. In Plato's hoher Achtung für mathematische Gedankenentwickelung wie in den alle Organismen umfassenden morphologischen Ansichten des Stagiriten lagen gleichsam die Keime aller späteren Fortschritte der Naturwissenschaft. Sie wurden der Leitstern, welcher den menschlichen Geist durch die Verirrungen der Schwärmerei finsterer Jahrhunderte sicher hindurchgeleitet, sie haben die gesunde wissenschaftliche Geisteskraft nicht ersterben lassen.

Der Mathematiker und Astronom Eratosthenes von Cyrene, der berühmteste in der Reihe der alexandrinischen Bibliothekare, benutzte die Schätze, welche ihm geöffnet standen, um sie zu einer systematischen Universal-Geographie zu verarbeiten. Er reinigte die Erdbeschreibung von den mythischen Sagen. Selbst mit Chronologie und Geschichte beschäftigt, trennte er doch die Erdbeschreibung von den geschichtlichen Einmischungen, welche dieselbe früher nicht ohne Anmuth belebten. Einen befriedigenden Ersatz lieferten mathematische Betrachtungen über die gegliederte Form und Ausdehnung der Continente, geognostische Vermuthungen über den Zusammenhang der Bergketten, die Wirkung der Strömungen und die vormalige Wasserbedeckung von Ländern, welche jetzt noch alle Spuren des trockenen Meeresbodens an sich tragen. Der oceanischen Schleusen-Theorie des Strato von Lampsacus günstig, leitete der Glaube an das einstige Anschwellen des Pontus, an den Durchbruch der Dardanellen und die dadurch veranlaßte Eröffnung der Hercules-Säulen den alexandrinischen Bibliothekar auf die wichtige Untersuchung des Problems von der Gleichheit des Niveau's aller äußeren, die Continente umfließenden Meere‖). Wie glücklich er in Verallgemeinerung der Ansichten war,

*) Die Bibliothek im Bruchium war die ältere, welche bei dem Brande der Flotte unter Julius Cäsar zerstört wurde. Die Bibliothek in Rhakotis machte einen Theil des Serapeums aus, wo sie mit dem Museum verbunden war. Die Büchersammlung von Pergamus wurde durch die Freigebigkeit des Antonius der Bibliothek in Rhakotis einverleibt.

†) Bacherot, Histoire critique de l'École d'Alexandrie 1846 T. I. p. V und 103. Daß das Institut von Alexandria, wie alle akademischen Corporationen, neben dem Vortrefflichen, was aus dem Zusammenwirken der Kräfte und der Anschaffung materieller Hülfsmittel entspringt, auch einschränkend und beherrschend wirkte, wurde schon im Alterthume mannigfaltig bezeugt. Ehe noch die einst so glänzende Stadt der traurige Sitz christlich-theologischer Streitigkeiten wurde, bestellte Hadrian seinen Lehrer Vestinus zum Hohenpriester von Alexandria (zu einer Art von Cultusminister) und zugleich zum Vorsteher des Museums (zum Präsidenten der Akademie). Letronne, Recherches pour servir à l'histoire de l'Egypte pendant la domination des Grecs et des Romains 1823 p. 251.

‡) Fries, Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 5 und dessen Lehrbuch der Naturlehre Th. I. S. 42. Vergl. auch die Betrachtungen über den Einfluß, welchen Plato auf die Begründung der Erfahrungswissenschaften durch Anwendung der Mathematik ausgeübt hat, in Brandis Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. I. S. 276.

‖) Ueber die physischen und geognostischen Meinungen des Eratosthenes s. Strabo lib. I. p. 49—56, lib. II p. 108.

bezeugt ferner seine Behauptung, daß der ganze Continent von Asien in dem Parallel von Rhodus (in dem Diaphragma des Dicäarchus) von einer zusammenhangenden west-östlich streichenden Bergkette durchschnitten sei*).

Ein reger Wunsch nach Allgemeinheit der Ansichten, Folge der geistigen Bewegung jener Zeit, veranlaßte auch die erste (hellenische) Gradmessung zwischen Syene und Alexandrien, d. i. den Versuch des Eratosthenes, den Umfang der Erde annäherungsweise zu bestimmen. Es ist nicht das erlangte Resultat, auf unvollkommene Angaben von Bematisten gegründet, welches unser Interesse erregt; es ist das Streben, sich von dem engen Raume des heimathlichen Landes zu der Kenntniß der Größe des Erdballs zu erheben.

Ein ähnliches Streben nach Verallgemeinerung der Ansichten bezeichnet in dem Zeitalter der Ptolemäer die glänzenden Fortschritte einer wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume. Ich erinnere hier an die Bestimmung der Fixsternörter der frühesten alexandrinischen Astronomen Aristyllus und Timochares; an Aristarch von Samos, den Zeitgenossen des Kleanthes, welcher, mit alt-pythagoreischen Ansichten vertraut, die räumliche Construction des ganzen Weltgebäudes zu ergründen wagte, den unermeßlichen Abstand des Fixsternhimmels von unserem kleinen Planetensysteme zuerst erkannte, ja, die zwiefache Bewegung der Erde um ihre Achse und fortschreitend um die Centralsonne muthmaßte; an den Seleucus aus Erythrä (oder aus Babylon†), der ein Jahrhundert später die, noch wenig Anklang findende (kopernicanische) Meinung des Samiers zu begründen suchte; an Hipparch, den Schopfer der wissenschaftlichen Astronomie, den größten selbstbeobachtenden Astronomen des ganzen Alterthums. Hipparch war unter den Griechen der eigentliche Urheber astronomischer Tafeln‡), der Entdecker des Vorrückens der Nachtgleichen. Seine eigenen Fixsternbeochtungen (zu Rhodus, nicht zu Alexandria, angestellt), als er sie mit denen des Timochares und Aristyllus verglichen, leiteten ihn (wahrscheinlich ohne‖) das Auflodern eines neuen Sternes) zu dieser großen Entdeckung, auf welche eine langfortgesetzte Beobachtung des Frühaufgangs des Sirius die Aegypter allerdings sollte geführt haben können¶).

Ein eigenthümlicher Charakterzug der Hipparchischen Bestrebungen ist noch der gewesen, Erscheinungen in den Himmelsräumen zu geographischen Ortsbestimmungen zu benutzen. Eine solche Verbindung der Erd- und Himmelskunde, der Resler der einen auf die andern, belebte wie durch einigende Vermittelung die große Idee des Kosmos. Die Construction einer neuen Weltkarte des Hipparchus, auf die des Eratosthenes gegründet, beruht, wo die Anwendung astronomischer Beobachtungen möglich war, auf Mondfinsternissen und Schattenmessungen für die geographischen Längen und Breiten. Die hydraulische Uhr des Ktesibius, eine Vervollkommnung der früheren Klepsydren, konnte genauere Zeitmessungen verschaffen, während für Bestimmungen im Raume vom alten Gnomen und den Skaphen an bis zu der Erfindung von Astrolabien, von Solstitial-Armillen und Dioptern-Linealen den alexandrinischen Astronomen allmälig bessere Winkelmesser dargeboten wur-

---

*) Strabo lib. XI p. 519, Agathem. in Hudson, Geogr. graeci min. Vol. II. p. 4. Ueber die Richtigkeit der großartigen orographischen Ansichten des Eratosthenes s. meine Asie centrale T. I. p. 104—150, 198, 208—227, 413—415, T. II. p. 367 und 414—435, und Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 152—154. Ich habe die Gradmessung des Eratosthenes mit Vorsicht die erste hellenische genannt, da eine uralte chaldäische Bestimmung der Größe des Grades nach Kameelschritten nicht unwahrscheinlich ist. S. Chasles, Recherches sur l'Astronomie indienne et chaldéenne in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 851.

†) Mir scheint die letztere Benennung die richtigere, da Strabo lib. XVI p. 739 einen „Seleucus von Seleucia unter mehreren sehr ehrenwerthen Männern als einen sternkundigen Chaldäer" aufführt. Hier ist wahrscheinlich Seleucia am Tigris gemeint, eine blühende Handelsstadt. Sonderbar ist es freilich, daß derselbe Strabo einen Seleucus als genauen Beobachter der Ebbe und Fluth ebenfalls einen Babylonier (lib. I p. 6) und später wieder (lib. III p. 174), vielleicht aus Nachlässigkeit, einen Erythräer nennt. (Vergl. Stobäus, Ecl. phys. p. 440.)

‡) Ideler, Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 212 und 329.

‖) Delambre, Histoire de l'Astronomie ancienne T. I. p. 290.

¶) Böckh hat in seinem Philolaos S. 118 untersucht, ob die Pythagoreer schon früh aus ägyptischen Quellen die Präcession unter der Benennung: Bewegung des Fixsternhimmels gekannt haben. Letronne (Observations sur les représentations zodiacales qui nous restent de l'Antiquité 1824 p. 62) und Ideler (Handbuch der Chronol. Bd. I. S. 192) vindiciren aber diese Entdeckung ausschließlich dem Hipparch.

wie Posidonius und Polybius den Einfluß der schneller oder langsamer auf einander folgenden Durchgänge der Sonne durch den Zenith auf das Maximum der Luftwärme unter dem Wendekreise oder dem Aequator; die mannigfaltigen Ursachen der Veränderungen, welche die Erdfläche erlitten; den Durchbruch ursprünglich abgeschlossener Seen; das allgemeine, schon von Archimedes anerkannte Niveau der Meere; die Strömungen derselben; die Eruption unterseeischer Vulkane, Muschelversteinerungen und Fischabdrücke; ja, was am meisten unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, weil es der Kern der neueren Geognosie geworden ist, die periodischen Oscillationen der Erdrinde. Strabo sagt ausdrücklich, daß die veränderten Grenzen zwischen Meer und Land mehr der Hebung und Senkung des Bodens als den kleinlichen Anschwemmungen zuzuschreiben seien; „daß nicht bloß einzelne Felsmassen oder kleine und große Inseln, sondern ganze Continente können empor gehoben werden.“ Wie Herodot, ist Strabo auch auf die Abstammung der Völker und die Racenverschiedenheit des Menschen aufmerksam, welchen er merkwürdig genug „ein Land- und Luftthier“ nennt, das „vieles Lichtes bedürftig“ ist*). Die ethnologische Absonderung der Stämme finden wir am schärfsten aufgefaßt in den Commentaren des Julius Cäsar wie in des Tacitus herrlicher Lobrede auf den Agricola.

Leider ist Strabo's großes, an Thatsachen so reichhaltiges Werk, dessen kosmische Ansichten wir hier zusammenstellen, in dem römischen Alterthume bis in das fünfte Jahrhundert fast unbekannt, selbst von dem vielsammelnden Plinius unbenutzt geblieben. Es hat erst am Ende des Mittelalters auf die Richtung der Ideen gewirkt: aber in minderem Maaße als die mathematische, den physikalischen Ansichten fast ganz entfremdete, tabellarisch-nüchterne Geographie des Claudius Ptolemäus. Letztere ist bis in das sechzehnte Jahrhundert der Leitfaden aller Reisenden gewesen. Was man entdeckte, glaubte man fast immer in ihr unter anderen Benennungen zu erkennen. Wie die Naturhistoriker lange neu aufgefundene Pflanzen und Thiere den classischen Verzeichnissen des Linnäus anschlossen, so erschienen auch die frühesten Carten des Neuen Continents in dem Atlas des Ptolemäus, welchen Agathodämon zu derselben Zeit anfertigte, als im fernsten Asien bei den hochgebildeten Chinesen schon die westlichen Provinzen des Reichs†) in vier und vierzig Abtheilungen verzeichnet waren. Die Universal-Geographie des Ptolemäus hat allerdings den Vorzug uns die ganze Welt sowohl graphisch (in Umrissen) als numerisch (in sogenannten Ortsbestimmungen nach Längen, Polhöhen und Tagesdauer) darzustellen; aber so oft auch in derselben der Vorzug astronomischer Resultate vor den Angaben der Weglängen zu Wasser und zu Lande ausgesprochen wird, so ist doch leider in jenen unsicheren Ortsbestimmungen (über 2500 an der Zahl) nicht zu erkennen, auf welche Art von Fundamenten sie gegründet sind, welche relative Wahrscheinlichkeit nach den damaligen Itinerarien ihnen zugeschrieben werden könne. Die völlige Unkenntniß der Nordweisung der Magnetnadel, d. i. der Nichtgebrauch der Boussole, welche schon 1250 Jahre vor Ptolemäus neben einem Wegmesser in der Construction der magnetischen Wagen des chinesischen Kaisers Tschingwang angebracht war, machte bei Griechen und Römern die ausführlichsten Itinerarien wegen Mangels der Sicherheit in den Richtungen‡) (in dem Winkel mit dem Meridian) höchst ungewiß.

Je mehr man in der neuesten Zeit mit den indischen Sprachen und der altpersischen (dem Zend) bekannt geworden ist, desto mehr hat man erstaunen müssen, wie ein großer Theil

---

Noachidische und die mexicanischen Azteken die Fluth des Cortez. Die Behauptungen Beckmann's und Cuvier's (Gesch. der Erfindungen Bd. II. S. 370 und Hist. des Sciences nat. T. I. p. 350), daß Appulejus eine Naturaliensammlung gehabt, hat Prof. Franz durch sehr sorgfältige Untersuchung widerlegt.

*) Strabo lib. XVII p. 810.

†) Carl Ritter's Asien Th. V. S. 560.

‡) S. die auffallendsten Beispiele falscher Orientirungen von Bergketten bei Griechen und Römern zusammengestellt in der Einleitung zu meiner Asie centrale T. I. p. XXXVII—XL. Ueber die Ungewißheit der numerischen Fundamente von Ptolemäus Ortsbestimmungen finden sich die befriedigendsten speciellen Untersuchungen in einer Abhandlung von Ukert im rheinischen Museum für Philologie Jahrg. VI. 1838 S. 314—324.

aus dem Nilthale und aus Phönicien, vom Euphrat her oder aus Indien zugeführt worden ist; aber auch diese fremdartigen Elemente verdanken wir zuerst dem Griechenthume und den von Etruskern und Griechen umgebenen Römern. Wie spät erst haben die großen Denkmäler älterer Culturvölker unmittelbar durchforscht, gedeutet, nach ihrem relativen Alter geordnet werden können! wie spät sind Hieroglyphen und Keilschriften *gelesen* worden, vor denen Jahrtausende lang Heerschaaren und Caravanen vorbeigezogen waren, ohne etwas von ihrem Inhalte zu ahnden!

Das Becken des Mittelmeeres ist allerdings in seinen beiden vielgegliederten, nördlichen Halbinseln der Ausgangspunkt rationeller und politischer Bildung für diejenigen Nationen gewesen, welche jetzt den, wir hoffen, unvergänglichen, täglich sich mehrenden Schatz wissenschaftlicher Kenntnisse und schöpferischer Kunstthätigkeiten besitzen, welche Gesittung und mit ihr erst Knechtschaft und dann unwillkührlich Freiheit über eine andere Erdhälfte verbreiten; aber es bleiben doch auch in unserer Erdhälfte, wie durch die Gunst des Schicksals, wieder Einheit und Mannigfaltigkeit anmuthig mit einander gepaart. Die Elemente, die aufgenommen wurden, waren so verschieden als ihre Aneignung und Transformation nach den grell contrastirenden Eigenthümlichkeiten und den individuellen Gemüthsrichtungen der einzelnen Völkerracen von Europa. Selbst jenseits des Oceans bewahren Colonien und Ansiedelungen, die mächtige freie Staaten geworden sind oder hoffentlich einst sich organisch dazu ausbilden werden, den Reflex dieser Contraste.

Der römische Staat in der Form einer Monarchie unter den Cäsaren ist, nach seinem Flächeninhalte*) betrachtet, an absoluter Größe allerdings von der chinesischen Weltherrschaft unter der Dynastie der Thsin und der östlichen Han (30 Jahre vor bis 116 Jahre nach unserer Zeitrechnung), von der Weltherrschaft der Mongolen unter Dschingischan und dem jetzigen Areal des russischen europäisch-asiatischen Kaiserreichs übertroffen worden; aber, die einzige spanische Monarchie, so lange sie über den Neuen Continent ausgebreitet war, ausgenommen, ist nie eine größere Masse durch Klima, Fruchtbarkeit und Weltstellung begünstigter Erdstriche unter einem Scepter verbunden gewesen denn in dem römischen Reiche von Octavian bis Constantin.

Von dem westlichen Ende Europas bis zum Euphrat, von Britannien und einem Theile Caledoniens bis Gätulien und zur Grenze des *wüsten Libyens* bot sich nicht bloß die größte Mannigfaltigkeit von Bodengestaltung, organischen Erzeugnissen und physischen Erscheinungen dar; auch das Menschengeschlecht zeigte sich dort in allen Abstufungen seiner Cultur und Verwilderung, im Besitze alten Wissens und lang geübter Künste, wie im ersten Dämmerlichte des intellectuellen Erwachens. Ferne Expeditionen in Norden und Süden nach den Bernsteinküsten, und unter Aelius Gallius und Balbus nach Arabien und zu den Garamanten wurden mit ungleichem Glücke ausgeführt. Vermessungen des ganzen Reichs wurden durch griechische Geometer (Zenodorus und Polycletus) schon unter Augustus begonnen, auch Itinerarien und Special-Topographien angefertigt (was freilich im chinesischen Reiche viele Jahrhunderte früher geschah), um sie unter die einzelnen Statthalter der Provinzen zu vertheilen†). Es waren die ersten statistischen Arbeiten, welche Europa aufzuweisen hat. Römerstraßen, in Milien getheilt, durchschnitten viele ausgedehnte Präfecturen; ja Hadrian besuchte, doch nicht ohne Unterbrechung, in einer eilfjährigen Reise sein Weltreich von der iberischen Halbinsel an bis Judäa, Aegypten und Mauretanien. So war ein großer der römischen Herrschaft unterworfener Theil der Welt aufgeschlossen und wegsam gemacht: pervius orbis, wie mit minderem Rechte von dem ganzen Erdkreise der Chor‡) in der Medea des Seneca weissagt.

*) Der Flächeninhalt des römischen Reichs unter August ist nach der Umgrenzung, welche *Heeren* in seiner Geschichte der Staaten des Alterthums S. 403—470 annimmt, von Professor *Berghaus*, dem Verfasser des vortrefflichen *Physikalischen Atlasses*, zu etwas mehr als 100000 geographischen Quadratmeilen berechnet worden: ohngefähr ⅓ mehr als die Zahl (1600000 square miles), die *Gibbon* in der History of the decline of the Roman Empire Vol. I. chapt. 1 p. 38, aber freilich selbst als überaus zweifelhaft, angiebt.

†) *Veget.* de re mil. III, 6.

‡) Act. II v. 371, in der vielberufenen Weissagung,

wie durch lange Schwankungen im Erkennen und Wissen das schon halb Erkannte oft wieder verdunkelt wird. Je mehr durch Erweiterung der Schiffahrt und des Landhandels man glauben durfte das Ganze der Erdgestaltung zu begreifen, desto mehr versuchte, besonders im alexandrinischen Zeitalter, unter den Lagiden und der römischen Weltherrschaft, die nie schlummernde Einbildungskraft der Hellenen in sinnreichen Combinationen alte Ahndungen mit neuem wirklichen Wissen zu verschmelzen und die kaum entworfene Erdkarte vorschnell zu vollenden.

Wir haben bereits oben beiläufig daran erinnert, wie Claudius Ptolemäus durch seine Optik, welche uns die Araber, wenn gleich sehr unvollständig, erhalten haben, der Gründer eines Theils der mathematischen Physik geworden ist: eines Theils, der freilich nach Theon von Alexandrien *) in Hinsicht auf die Strahlenbrechung schon in der Catoptrik des Archimedes berührt worden war. Es ist ein wichtiger Fortschritt, wenn physische Erscheinungen, statt bloß beobachtet und mit einander verglichen zu werden, wovon wir denkwürdige Beispiele in dem griechischen Alterthume in den inhaltreichen pseudo-aristotelischen Problemen, in dem römischen Alterthume bei Seneca vorfinden, willkührlich unter veränderten Bedingungen hervorgerufen †) und gemessen werden. Dieses Hervorrufen und Messen charakterisirt die Untersuchungen des Ptolemäus über die Brechung der Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch Mittel ungleicher Dichtigkeit. Ptolemäus leitet die Strahlen von der Luft in Wasser und in Glas, wie von Wasser in Glas unter verschiedenen Einfallswinkeln. Die Resultate solcher physischen Experimente werden von ihm in Tabellen zusammengestellt. Diese Messung einer absichtlich hervorgerufenen physischen Erscheinung, eines Naturprocesses, der nicht auf Bewegung von Lichtwellen reducirt ist (Aristoteles ‡) nahm beim Lichte eine Bewegung des Mittels zwischen dem Auge und dem Gesehenen an), steht ganz isolirt in dem Zeitraume, den wir hier behandeln. Es bietet derselbe in der Erforschung der elementaren Natur nur noch einige wenige chemische Arbeiten (Experimente) des Dioscorides dar und, wie ich an einem anderen Orte entwickelt habe, die technische Kunst des Auffangens übergetriebener tropfbarer Flüssigkeiten ||) in ächten Destillir-Apparaten. Da Chemie erst dann beginnt, wenn der Mensch sich mineralische Säuren, als mächtige Mittel der Lösung und Entfesselung der Stoffe, verschaffen kann, so ist die von Alexander aus Aphrodisias unter Caracalla beschriebene Destillation des Seewassers einer großen Beachtung werth. Sie bezeichnet den Weg, auf welchem man allmälig zur Kenntniß der Heterogeneität der Stoffe, ihrer chemischen Zusammensetzung und gegenseitigen Anziehungskraft gelangt ist.

In der organischen Naturkunde ist neben dem Anatomen Marinus, dem Affenzergliederer Rufus von Ephesus, welcher Empfindungs- und Bewegungs-Nerven unterschied, und dem alle verdunkelnden Galenus von Pergamus kein anderer Name zu nennen. Die Thiergeschichte des Aelianus aus Präneste, das Fischgedicht des Ciliciers Oppianus enthalten zerstreute Notizen, nicht Thatsachen auf eigene Forschung gegründet. Es ist kaum zu begreifen, wie die Unzahl ¶) seltener Thiere, welche vier Jahrhunderte lang im römischen

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. I p. LIV, T. II p. 551. Theon erwähnt nie der Optik des Ptolemäus, ob er gleich zwei volle Jahrhundert nach ihm lebte.

†) Oft ist es in der Physik der Alten schwer zu entscheiden, ob ein Resultat Folge einer hervorgerufenen Erscheinung oder einer zufällig beobachteten ist. So Aristoteles (de Coelo IV, 4) von der Schwere der Luft handelt, was freilich Ideler zu läugnen scheint (Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum p. 23), sagt er bestimmt: „ein aufgeblasener Schlauch ist schwerer als ein leerer." Der Versuch muß mit verdichteter Luft gemacht worden sein, falls er wirklich unternommen wurde.

‡) Aristot. de anima II, 7; Biese, die Philosophie des Aristot. Bd. II. S. 147.

||) Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de generat. und Alexandri Aphrodis. in Meteorol. Comment. (Venet. 1527) p. 97, b. Vergl. mein Examen crit. T. II. p. 306—312.

¶) Der numidische Metellus ließ 142 Elephanten im Circus tödten. In den Spielen, welche Pompejus gab, erschienen 600 Löwen und 406 Panther. August hatte den Volksfesten 3500 reißende Thiere geopfert; und ein zärtlicher Gatte klagt, daß er den Todestag seiner Gattin nicht durch ein blutiges Gladiatorengefecht zu Verona feiern könne, „weil widrige Winde die in Afrika gekauften Panther im Hafen zurückhalten!" (Plin. Epist. VI, 34.)

hohem Selbſtgefühl gepaarten Vaterlandsliebe. Nachdem aber die Weltherrſchaft errungen war, fanden ſich nach dem unvermeidlichen Einfluſſe der hervorgerufenen Verhältniſſe jene herrlichen Eigenſchaften allmälig geſchwächt und umgewandelt. Mit dem Nationalgeiſte erloſch die volksthümliche Beweglichkeit der Einzelnen. Es verſchwanden Oeffentlichkeit und Bewahrung der Individualität der Menſchen, die zwei Hauptſtützen freier Verfaſſungen. Die ewige Stadt war das Centrum eines zu großen Kreiſes geworden. Es fehlte der Geiſt, der einen ſo vieltheiligen Staatskörper hätte dauernd beſeelen können. Das Chriſtenthum wurde Staatsreligion, als das Reich bereits tief erſchüttert und die Milde der neuen Lehre durch den dogmatiſchen Zwiſt der Partheien in ihren wohlthätigen Wirkungen geſtört war. Auch begann ſchon damals „der läſtige Kampf des Wiſſens und des Glaubens," welcher unter mancherlei Geſtaltung, der Forſchung hinderlich, durch alle Jahrhunderte fortgeſetzt wird.

Wenn aber auch ſeinem Umfange und ſeiner durch den Umfang bedingten Verfaſſung nach das römiſche Kaiſerreich, ganz im Gegenſatz des partiellen ſelbſtſtändigen Lebens der kleinen helleniſchen Republiken, die ſchaffende geiſtige Kraft der Menſchheit nicht zu beleben und zu ſtärken vermochte, ſo bot es dagegen andere eigenthümliche Vortheile dar, die hier zu bezeichnen ſind. Es entſtand ein großer Reichthum von Ideen als Folge der Erfahrung und vielſeitiger Beobachtung. Die Welt der Objecte wurde anſehnlich vergrößert, und ſo für ſpätere Zeiten einer denkenden Betrachtung der Naturerſcheinungen vorgearbeitet. Der Völkerverkehr wurde durch die Römerherrſchaft belebt, die römiſche Sprache verbreitet über den ganzen Occident und einen Theil des nördlichen Afrika. Im Orient blieb das Griechenthum heimiſch, nachdem das bactriſche Reich ſchon längſt unter Mithridates I. (dreizehn Jahre vor dem Einfall der Sacen und Scythen) zerſtört war.

Der Ausdehnung, d. h. der geographiſchen Verbreitung nach gewann, ſelbſt ehe der Sitz des Reichs nach Byzanz verlegt wurde, die römiſche Sprache über die griechiſche. Dieſes Eindringen zweier hochbegabter, an literariſchen Denkmalen reicher Idiome wurde ein Mittel der größeren Verſchmelzung und Einigung der Volksſtämme, ein Mittel zugleich die Geſittung und Bildungsfähigkeit zu vermehren, „den Menſchen (wie Plinius†) ſagt) menſchlich zu machen und ihm ein gemeinſames Vaterland zu geben." So viel Verachtung auch im ganzen der Sprache der Barbaren (der ſtummen, *ἄγλωσσοι* nach Pollux) zugewandt war, gab es doch einzelne Beiſpiele, daß in Rom, nach dem Vorbilde der Lagiden, die Uebertragung eines literariſchen Werkes aus dem Puniſchen in das Lateiniſche befördert wurde. Die Schrift des Mago vom Ackerbau iſt bekanntlich auf Befehl des römiſchen Senats überſetzt worden.

Wenn das Weltreich der Römer im Weſten des alten Continents, wenigſtens an der nördlichen Küſte des Mittelmeeres, ſchon das heilige Vorgebirge, alſo das äußerſte Ende erreicht hatte, ſo erſtreckte es ſich in Oſten ſelbſt unter Trajan, der den Tigris beſchiffte, doch nur bis zum Meridian des perſiſchen Meerbuſens. Nach dieſer Seite hin war in der Periode, welche wir ſchildern, der Fortſchritt des Völkerverkehrs, des für die Erdkunde wichtigen Landhandels am größten. Nach dem Sturze des griechiſch-bactriſchen Reiches begünſtigte dazu die aufblühende Macht der Arſaciden den Verkehr mit den Serern; doch war derſelbe nur ein mittelbarer, indem der unmittelbare Contact der Römer mit Inner-Aſien durch den lebhaften Zwiſchenhandel der Parther geſtört wurde. Bewegungen, die aus dem fernſten China ausgingen, veränderten ſtürmiſch ſchnell, wenn auch nicht auf eine lange Dauer, den politiſchen Zuſtand der ungeheuren Länderſtrecke, die ſich zwiſchen dem vulkaniſchen Himmelsgebirge (Tſchian-ſchan) und der Kette des nördlichen Tübet (dem

*) Dieſe Wohlthat der Geſittung (der Anregung zu menſchlichen Gefühlen) durch Verbreitung einer Sprache iſt in dem Lobe Italiens von Plinius ſchön bezeichnet: omnium terrarum alumna eadem et parens, *numine Deûm electa*, quae sparsa congregaret imperia ritusque molliret, et tot populorum discordes ferasque linguas sermonis commercio contraheret, colloquia, et *humanitatem homini daret*, breviterque una cunctarum gentium in toto orbe patria fieret. (Plin. Hist. nat. III, 5.)

V.

Einfall der Araber. — Geistige Bildsamkeit dieses Theils des semitischen Volksstammes. — Einfluß eines fremdartigen Elements auf den Entwickelungsgang europäischer Cultur. — Eigenthümlichkeit des Nationalcharakters der Araber. — Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. — Arzneimittellehre und Chemie. — Erweiterung der physischen Erdkunde im Innern der Continente, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften.

Wir haben in dem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. in der Darstellung der sich allmählig entwickelnden Erkenntniß von einem Weltganzen, bereits vier Hauptmomente aufgezählt. Es sind: die Versuche aus dem Becken des Mittelmeers gegen Osten nach dem Pontus und Phasis, gegen Süden nach Ophir und den tropischen Goldländern, gegen Westen durch die Hercules-Säulen in den „alles umströmenden Oceanus" vorzudringen; der macedonische Feldzug unter Alexander dem Großen; das Zeitalter der Lagiden und die römische Weltherrschaft. Wir lassen nun folgen den mächtigen Einfluß, welchen die Araber, ein fremdartiges Element europäischer Civilisation, und sechs bis sieben Jahrhunderte später die maritimen Entdeckungen der Portugiesen und Spanier, auf das allgemeine physische und mathematische Naturwissen, auf Kenntniß der Erd- und Himmelsräume, ihrer meßbaren Gestaltung, der Heterogeneität der Stoffe und der ihnen inwohnenden Kräfte ausgeübt haben. Die Entdeckung und Durchforschung des Neuen Continents, seiner vulkanreichen Cordilleren, seiner Hochebenen, in denen gleichsam die Klimate über einander gelagert sind, seiner in 120 Breitengraden entfalteten Pflanzendecke bezeichnet unstreitig die Periode, wo dem menschlichen Geiste in dem kürzesten Zeitraum die größte Fülle neuer physischer Wahrnehmungen dargeboten wurde.

Von da an ist die Erweiterung des kosmischen Wissens nicht an einzelne politische, räumlich wirkende Begebenheiten zu knüpfen. Die Intelligenz bringt fortan Großes hervor aus eigener Kraft, nicht durch einzelne äußere Ereignisse vorzugsweise angeregt. Sie wirkt in vielen Richtungen gleichzeitig, schafft durch neue Gedankenverbindung sich neue Organe, um das zarte Gewebe des Thier- und Pflanzenbaues als Substrat des Lebens, wie die weiten Himmelsräume zu durchspähen. So erscheint das ganze siebzehnte Jahrhundert, glänzend eröffnet durch die große Erfindung des Fernrohrs, wie durch die nächsten Früchte dieser Erfindung, von Galilei's Entdeckung der Jupiterstrabanten, der sichelförmigen Gestalt der Venusscheibe und der Sonnenflecken an bis zu Isaac Newton's Gravitations-Theorie, als die wichtigste Epoche einer neugeschaffenen physischen Astronomie. Es zeigt sich hier noch einmal, durch Einheit der Bestrebungen in der Beobachtung des Himmels und der mathematischen Forschung hervorgerufen, ein scharf bezeichneter Abschnitt in dem großen, von nun an ununterbrochen fortlaufenden Processe intellectueller Entwickelung.

Unseren Zeiten näher wird das Herausheben einzelner Momente um so schwieriger, als die menschliche Thätigkeit sich vielseitiger bewegt und als mit einer neuen Ordnung in den geselligen und staatlichen Verhältnissen auch ein engeres Band alle wissenschaftlichen Richtungen umschließt. In den einzelnen Disciplinen, deren Entwickelung eine Geschichte der physischen Wissenschaften darstellt, in der Chemie und der beschreibenden Botanik, ist es möglich, bis in die neueste Zeit Perioden zu isoliren, in denen die Fortschritte am größten waren oder plötzlich neue Ansichten herrschend wurden; aber in der Geschichte der Weltanschauung, welche ihrem Wesen nach der Geschichte der einzelnen Disciplinen nur das entlehnen soll, was am unmittelbarsten sich auf die Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen bezieht, wird das Anknüpfen an bestimmte Epochen schon darum gefahrvoll und unthunlich, weil das, was wir eben einen intellectuellen Entwickelungsproceß nannten, ein ununterbrochenes gleichzeitiges Fortschreiten in allen Sphären des kosmischen Wissens voraussetzt. An dem wichtigen Scheidepunkt aus-

Wie vielfach dieſe Wege und alle Fortſchritte des allgemeinen Verkehrs geworden wären, bezeugen am lebhafteſten die Rieſenwerke des Strabo und Ptolemäus. Der geiſtreiche Geograph von Amaſea hat nicht die Hipparchiſche Genauigkeit des Meßbaums und die Anſichten mathematiſcher Erdkunde des Ptolemäus; aber an Mannigfaltigkeit des Stoffes, an Großartigkeit des entworfenen Planes übertrifft ſein Werk alle geographiſchen Arbeiten des Alterthums. Strabo hatte, wie er ſich deſſen gern rühmt, einen beträchtlichen Theil des Römerreichs mit eigenen Augen geſehen, „von Armenien bis an die tyrrheniſchen Küſten, vom Eurinus bis an die Grenzen Aethiopiens.“ Nachdem er als Fortſetzung des Polybius 43 Geſchichtsbücher vollendet, hatte er in ſeinem drei und achtzigſten Lebensjahre*) den Muth die Redaction ſeines geographiſchen Werkes zu beginnen. Er erinnert, „daß zu ſeiner Zeit die Herrſchaft der Römer und Parther die Welt eröffnet haben, mehr noch als Alexanders Heerzüge, auf die Eratoſthenes ſich ſtützen konnte.“ Der indiſche Handel war nicht mehr in den Händen der Araber; Strabo ſtaunte in Aegypten über die vermehrte Zahl der Schiffe, die von Myos Hormos unmittelbar nach Indien ſegeln †), ja ſeine Einbildungskraft führte ihn weiter über Indien hinaus an die öſtliche Küſte von Aſien. Da wo nach ihm in dem Parallel der Hercules-Säulen und der Inſel Rhodos eine zuſammenhangende Gebirgskette (Fortſetzung des Taurus) den alten Continent in ſeiner größten Breite durchzieht, ahndet er die Exiſtenz eines anderen Feſtlandes zwiſchen dem weſtlichen Europa und Aſien. „Es iſt ſehr wohl möglich,“ ſagt er ‡), „daß in demſelben gemäßigten Erdgürtel nahe an dem Parallelkreiſe von Thinä (oder Athen?), welcher durch das atlantiſche Meer geht, außer der von uns bewohnten Welt noch eine andere oder ſelbſt mehrere liegen, mit Menſchen bevölkert, die von uns verſchieden ſind.“ Es muß Wunder nehmen, daß dieſer Ausſpruch nicht die Aufmerkſamkeit der ſpaniſchen Schriftſteller auf ſich gezogen hat, welche am Anfang des ſechszehnten Jahrhunderts überall in den Claſſikern Spuren einer Kenntniß des neuen Welttheils zu finden glaubten.

„Wie bei allen Kunſtwerken,“ ſagt Strabo ſchön, „die etwas großes darſtellen ſollen, es nicht vorzüglich auf die Vollendung einzelner Theile ankommt,“ ſo wolle er „in ſeinem Rieſenwerke“ auch vor allem den Blick auf die Geſtaltung des Ganzen heften. Dieſer Hang nach Verallgemeinerung der Ideen hat ihn nicht abgehalten gleichzeitig eine große Zahl trefflicher phyſikaliſcher, beſonders geognoſtiſcher Reſultate ‖) aufzuſtellen. Er behandelt

*) Ueber die Gründe, welche nach dem Zeugniß unſeres Textes des Strabo den ſo überaus ſpäten Beginn der Ausarbeitung beweiſen, ſ. Groskurd's deutſche Ueberſetzung Th. I. (1831) S. XVII.

†) Strabo lib. I p. 14, lib. II p. 118, lib. XVI p. 781, lib. XVII p. 798 und 815.

‡) Vergl. die beiden Stellen des Strabo lib. I p. 65 und lib. II p. 118 (Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 152—154). In der wichtigen neuen Ausgabe des Strabo von Guſtav Kramer (1844) Th. I. p. 100 wird für „Kreis von Thinä Kreis von Athen geleſen, als wäre Thinä erſt im Pſeudo-Arrian, im Periplus maris rubri genannt worden.“ Dieſen Periplus ſetzt Dodwell unter M. Aurelius und Lucius Verus, während derſelbe nach Letronne erſt unter Septimius Severus und Caracalla verfaßt wurde. Obgleich fünf Stellen des Strabo nach allen Handſchriften Thinae haben, ſo entſcheiden doch lib. II. p. 79, 86, 87, und vor allen 82, wo ſelbſt Eratoſthenes genannt iſt, für den Parallelkreis von Athen und Rhodus. Man verwechſelte beide, da die alten Geographen die Halbinſel von Attica zu weit gegen Süden vorſtreckten. Auch müßte es auffallend ſcheinen, wäre die gewöhnliche Lesart Θινῶν κύκλος die richtigere, daß nach einem ſo wenig bekannten Orte der Sinen (Tſin) ein eigener Parallelkreis, das Diaphragma des Dicäarchus, benannt worden ſei. Indeß ſetzt Cosmas *Indicopleuſtes* ſein Tzinitza (Thinä) ebenfalls in Verbindung mit der Gebirgskette, welche Perſien und die romaniſchen Länder, wie die ganze bewohnte Welt in zwei Theile theilt; er fügt ſogar die Bemerkung hinzu (und dieſe Worte ſind ſehr merkwürdig): nach dem Glauben der indiſchen Philoſophen oder Brachmanen. Vergl. Cosmas in Montfaucon, Collect. nova Patrum T. II. p. 137 und meine Asie centrale T. I. p. XXIII, 120–129 und 194–203, T. II. p. 433. Der Pſeudo-Arrian, Agathemeros nach den gelehrten Unterſuchungen von Profeſſor Franz, und Cosmas ſchienen beſtimmt der Metropolis der Sinen eine ſehr nördliche Breite, ohngefähr im Parallel von Rhodos und Athen, zu: während Ptolemäus, durch Schiffernachrichten (Geogr. I, 17) verführt, nur ein Thinä 3 Grade ſüdlich vom Aequator kennt. Ich vermuthe, daß Thinä bloß im allgemeinen ein ſineſiſches Emporium, einen Hafen im Lande Tſin, bezeichnet und daß daher ein Thinä (Tzinitza) nördlich und ein anderes ſüdlich vom Aequator habe genannt werden können.

‖) Strabo lib. I p. 49—60, lib. II p. 95 und 97, lib. VI p. 277, lib. XVII p. 830. Ueber Hebung der Inſeln und des Feſtlandes ſ. beſonders lib. I. p. 53, 54 und 59. Schon der alte Eleate Xenophanes lehrte durch die Fülle foſſiler Seeproducte fern von den Küſten geleitet, „daß der jetzt trockene Erdboden aus dem Meere gehoben ſei“ (Origen. Philosophumena cap. 4). Apulejus ſammelte zur Zeit der Antonine Verſteinerungen auf den gätuliſchen (mauretaniſchen) Gebirgen und ſchrieb ſie der Deucalioniſchen Fluth zu, welche er ſich demnach eben ſo allgemein dachte, als die Hebräer die

pen, die bald der Wind zerstreut." Eine lebensreichere Erscheinung hat keine andere Völkerbewegung dargeboten, und die dem Islam scheinbar inwohnende geistbedrückende Kraft hat sich im ganzen minder thätig und hemmend unter der arabischen Herrschaft als bei den türkischen Stämmen gezeigt. Religiöse Verfolgung war hier wie überall (auch unter christlichen Völkern) mehr Wirkung eines schrankenlosen dogmatisirenden Despotismus *) als Wirkung der ursprünglichen Glaubenslehre, der religiösen Anschauung der Nation. Die Strenge des Koran ist vorzugsweise gegen Abgötterei und den Götzendienst aramäischer Stämme gerichtet.

Da das Leben der Völker außer den inneren geistigen Anlagen durch viele äußere Bedingnisse des Bodens, des Klima's und der Meeresnähe bestimmt wird, so muß hier zuvörderst an die ungleichartige Gestaltung der arabischen Halbinsel erinnert werden. Wenn auch der erste Impuls zu den großen Veränderungen, welche die Araber in drei Continenten hervorgebracht haben, von dem ismaelitischen Hedschaz ausging und seine hauptsächlichste Kraft einem einsamen Hirtenstamme verdankte, so ist doch der übrige Theil der Halbinsel an seinen Küsten seit Tausenden von Jahren nicht von dem übrigen Weltverkehr abgeschnitten geblieben. Um den Zusammenhang und die Möglichkeit großer und seltsamer Ereignisse einzusehen, muß man zu den Ursachen aufsteigen, welche dieselben allmälig vorbereitet haben.

Gegen Südwesten am erythräischen Meere liegt das schöne Land der Joctaniden †), Jemen, fruchtbar und ackerbauend, der alte Culturſitz von Saba. Es erzeugt Weihrauch (lebonah der Hebräer, vielleicht Boswillia thurifera Colebr.‡), Myrrhe (eine Amyris-Art, von Ehrenberg zuerst genau beschrieben) und den sogenannten Mekka-Balsam (Balsamodendron gileadense, Kunth): Gegenstände eines wichtigen Handels der Nachbarvölker, verführt zu den Aegyptern, Persern, Indern wie zu den Griechen und Römern. Auf diese Erzeugnisse gründet sich die geographische Benennung des „glücklichen Arabiens," welche wir zuerst bei Diodor und Strabo finden. Im Südosten der Halbinsel am persischen Meerbusen lag Gerrha, den phönicischen Niederlassungen von Aradus und Tylus ge-

*) Daher der Contrast zwischen den tyrannischen Maximen des Motewekkil, zehnten Chalifen aus dem Hause der Abbassiden, gegen Juden und Christen (Josephus Hammer über die Länderverwaltung unter dem Chalifate 1835 S. 27, 85 und 117) und der milden Toleranz unter weiseren Herrschern in Spanien (Conde, Hist. de la dominacion de los Arabes en Espana T. I. 1820 p. 67). Auch ist zu erinnern, daß Omar nach der Einnahme von Jerusalem jeden Ritus des christlichen Gottesdienstes erlaubte und mit dem Patriarchen einen den Christen günstigen Vertrag abschloß (Fundgruben des Orients Bd. V. S. 68).

†) „Ein starker Zweig der Hebräer war, der Sage nach, lange vor Abraham unter dem Namen Jokthan (Qachthan) in das südliche Arabien hinabgewandert und hatte drei blühende Reiche gegründet." (Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. S. 337 und 450.)

‡) Der Baum, welcher den arabischen, seit der ältesten Zeit berühmten Weihrauch von Hadhramaut giebt (auf der Insel Socotora fehlt derselbe ganz), ist auch von seinem Botaniker, selbst nicht von dem mühsam forschenden Ehrenberg, aufgefunden und bestimmt worden. In Ostindien findet sich ein ähnliches Product, vorzüglich in Bundelkhund, mit welchem von Bombay aus ein beträchtlicher Handel nach China getrieben wird. Dieser indische Weihrauch wird nach Colebrooke (Asiatic Researches Vol. IX. p. 377) von einer durch Roxburgh bekannt gewordenen Pflanze, Boswellia thurifera oder serrata, aus der Familie der Burseraceen von Kunth, gewonnen. Da wegen der ältesten Handelsverbindungen zwischen den Küsten von Südarabien und des westlichen Indiens (Gildemeister, Scriptorum Arabum loci de rebus Indicis p. 35) man in Zweifel ziehen konnte, ob der λίβανος des Theophrastus der thus der Römer) ursprünglich der arabischen Halbinsel zugehört habe, so ist Lassen's Bemerkung sehr wichtig (indische Alterthumskunde Bd. I. S. 286), daß der Weihrauch im Amara-Kosha selbst „yâwana, javanisch, d. h. arabisch, genannt," demnach als ein aus Arabien nach Indien gebrachtes Erzeugniß aufgeführt wird. „Turuschka' pindaka' sihlô (drei Benennungen des Weihrauchs) yâwanô", heißt es im Amara-Koscha (Amarakocha publ. par A. Loiseleur Deslongchamps P. I. 1839 p. 156). Auch Dioscorides unterscheidet den arabischen von dem indischen Weihrauch. Carl Ritter in seiner vortrefflichen Monographie der Weihrauch-Arten (Asien Bd. VIII. Abth. 1. S. 356—372) bemerkt sehr richtig, dieselbe Pflanzenart (Boswellia Thurifera) könne wegen der Aehnlichkeit des Klimas wohl ihre Verbreitungssphäre von Indien durch das südliche Persien nach Arabien ausdehnen. Der amerikanische Weihrauch (Olibanum americanum unserer Pharmacopöen) kommt von Icica guianensis Aubl. und Icica tacamahaca, die wir, Bonpland und ich, häufig in den großen Grasebenen (Llanos) von Calabozo in Südamerika gefunden haben. Icica ist wie Boswellia aus der Familie der Burseraceen. Die Rothtanne (Pinus abies Linn.) erzeugt den gemeinen Weihrauch unserer Kirchen. — Die Pflanze, welche die Myrrhe trägt und welche Bruce glaubte gesehen zu haben (Ainslie, Materia medica of Hindostan, Madras 1813, p. 29), ist bei el-Gisan in Arabien von Ehrenberg entdeckt und nach den von ihm gesammelten Exemplaren durch Nees von Esenbeck unter dem Namen Balsamodendron myrrha beschrieben worden. Man hielt lange fälschlich Balsamodendron Kotaf Kunth., eine Amyris von Forskâl, für den Baum der ächten Myrrhe.

der geographiſchen Nomenclatur des Ptolemäus als geſchichtliches Denkmal von den Handelsverbindungen zwiſchen dem Occident und den fernſten Regionen von Süd- und Mittel-Aſien zu betrachten iſt*). Für eine der wichtigſten Folgen ſolcher Handelsverbindungen darf auch die richtige Anſicht der völligen Abgeſchloſſenheit des caſpiſchen Meeres gelten: eine Anſicht, welche die Ptolemäiſche Erdkunde nach fünfhundertjährigem Irrthume wiederherſtellte. Herodot und Ariſtoteles (der letztere ſchrieb ſeine *Meteorologica* glücklicherweiſe vor den aſiatiſchen Feldzügen Alexanders) hatten dieſe Abgeſchloſſenheit gekannt. Die Olbiopoliten, aus deren Munde der Vater der Geſchichte ſeine Nachrichten ſchöpfte, waren vertraut mit der nördlichen Küſte des caſpiſchen Meers zwiſchen der Kuma, der Wolga (Rha) und dem Jaik (Ural). Nichts konnte dort bei ihnen die Idee eines Ausfluſſes nach dem Eismeere anregen. Ganz andere Urſachen der Täuſchung boten ſich dem Heere Alexanders dar, welches über Hekatompylos (Damaghan) in die feuchten Waldungen des Mazenderan herabſtieg und das caſpiſche Meer bei Zadrakarta, etwas weſtlich von dem jetzigen Aſterabad, ſich endlos gegen Norden hindehnen ſah. Dieſer Anblick erzeugte, wie Plutarch in dem Leben Alexanders erzählt, zuerſt die Vermuthung, das geſehene Meer ſei ein Buſen des Pontus†). Die macedoniſche Expedition, im ganzen wohlthätig für die Fortſchritte der Erdkunde, führte zu einzelnen Irrthümern, die ſich lange erhalten haben. Der Tanais wurde mit dem Jaxartes (Herodots Araxes), der Kaukaſus mit dem Paropaniſus (Hindu-Kho) verwechſelt. Ptolemäus konnte durch ſeinen Aufenthalt in Alexandrien ſichere Nachrichten aus den Ländern, welche das caſpiſche Meer zunächſt umgrenzen (aus Albanien, Atropatene und Hyrcanien), wie von den Zügen der Aorſer haben, deren Kameele indiſche und babyloniſche Waaren zum Don und zum ſchwarzen Meere führten‡). Wenn er, gegen Herodots richtigere Kenntniß, die große Axe des caſpiſchen Binnenmeeres von Weſten gegen Oſten gerichtet glaubte, ſo verführte ihn vielleicht eine dunkle Kenntniß der ehemaligen großen Ausdehnung des ſcytiſchen Golfes (Karabogas) und der Exiſtenz des Aral-Sees, deſſen erſte beſtimmte Andeutung wir bei einem byzantiniſchen Schriftſteller, dem Menander ||), welcher den Agathias fortſetzte, finden.

Es iſt zu beklagen, daß Ptolemäus, der das caſpiſche Meer wiederum geſchloſſen, nachdem es durch die Hypotheſe von vier Meerbuſen und ſelbſt nach Reiſenden in der Mondſcheibe ¶) lange für geöffnet gehalten wurde, nicht die Mythe von dem unbekannten Südlande aufgegeben hat, welches das Vorgebirge Praſum mit Cattigara und Thinä, Sinarum metropolis, alſo Oſt-Afrika mit dem Lande der Tſin (China), verbinden ſollte. Dieſe Mythe, welche den indiſchen Ocean zu einem Binnenmeer macht, wurzelt in Anſichten, die von Marinus aus Tyrus zu Hipparch und Seleucus dem Babylonier, ja ſelbſt bis zum Ariſtoteles hinaufſteigen**). Es muß in dieſen kosmiſchen Schilderungen fortſchreitender Weltanſicht genügen durch einige wenige Beiſpiele daran erinnert zu haben,

*) Beiſpiele von Zend- und Sanskritwörtern, die uns in der Geographie des Ptolemäus erhalten ſind, ſ. in Laſſen, Diss. de Taprobane insula p. 6, 9 und 17; in Burnouf's Comment. sur le Yaçna T. I. p. XCIII—CXX und CLXXXI—CLXXXV; in meinem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 45—49. In ſeltenen Fällen giebt Ptolemäus den Sanskritnamen und deſſen Bedeutung zugleich, wie für die Inſel Java als eine Gerſteninſel, Ἰαβαδίου, ὃ σημαίνει κριθῆς νῆσος, Ptol. VII, 2 (Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. 60—63). Noch heute wird nach Buſchmann in den hauptſächlichſten indiſchen Sprachen (dem Hinduſtani, Bengali und Nepal, in der mahrattiſchen, guzeratiſchen und cingaleſiſchen Sprache) wie im Perſiſchen und Malayiſchen die zweizeilige Gerſte, Hordeum distichon, yava, dschav oder dschau, im Oriſſa yaa genannt (vergl. die indiſchen Bibelüberſetzungen in der Stelle Jo. VI, 9 und 13, und Ainslie, Materia medica of Hindoostan, Madras 1813, p. 217.)

†) S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 147—188.

‡) Strabo lib. XI p. 506.

||) Menander de legationibus Barbarorum ad Romanos et Romanorum ad gentes, e rec. Bekkeri et Niebuhr. 1829, p. 300, 619, 623 und 628.

¶) Plutarch de facie in orbe lunae p. 921, 11 (vergl. mein Examen crit. T. I. p. 145 und 191). Die Hypotheſe des Ageſianax, nach welcher die Mondflecken, in denen Plutarch (p. 935, 4) eine eigene Art (vulkaniſcher?) Lichtberge zu ſehen glaubte, bloß abgeſpiegelte Erdländer und Erdmeere mit ihren Iſthmen ſind, habe ich ſelbſt bei einigen ſehr gebildeten Perſern wiedergefunden. „Was man uns," ſagten ſie, „durch Fernröhre auf der Mondfläche zeigt, ſind zurückgeworfene Bilder unſeres Landes."

**) Ptolem. lib. IV. c. 9, lib. VII c. 3 und 5. Vergl. Letronne im Journal des Savans 1831 p. 476—480 und 545—555; Humboldt, Examen crit. T. I. p. 144, 161 und 329, T. II p. 370—373.

wie durch lange Schwankungen im Erkennen und Wiſſen das ſchon halb Erkannte oft wieder verdunkelt wird. Je mehr durch Erweiterung der Schifffahrt und des Landhandels man glauben durfte das Ganze der Erdgeſtaltung zu begreifen, deſto mehr verſuchte, beſonders im alexandriniſchen Zeitalter, unter den Lagiden und der römiſchen Weltherrſchaft, die nie ſchlummernde Einbildungskraft der Hellenen in ſinnreichen Combinationen alte Ahndungen mit neuem wirklichen Wiſſen zu verſchmelzen und die kaum entworfene Erdcarte vorſchnell zu vollenden.

Wir haben bereits oben beiläufig daran erinnert, wie Claudius Ptolemäus durch ſeine Optik, welche uns die Araber, wenn gleich ſehr unvollſtändig, erhalten haben, der Gründer eines Theils der mathematiſchen Phyſik geworden iſt: eines Theils, der freilich nach Theon von Alexandrien *) in Hinſicht auf die Strahlenbrechung ſchon in der Catoptrik des Archimedes berührt worden war. Es iſt ein wichtiger Fortſchritt, wenn phyſiſche Erſcheinungen, ſtatt bloß beobachtet und mit einander verglichen zu werden, wovon wir denkwürdige Beiſpiele in dem griechiſchen Alterthume in den inhaltreichen pſeudo-ariſtoteliſchen Problemen, in dem römiſchen Alterthume bei Seneca vorfinden, willkührlich unter veränderten Bedingungen hervorgerufen †) und gemeſſen werden. Dieſes Hervorrufen und Meſſen charakteriſirt die Unterſuchungen des Ptolemäus über die Brechung der Lichtſtrahlen bei ihrem Durchgange durch Mittel ungleicher Dichtigkeit. Ptolemäus leitet die Strahlen von der Luft in Waſſer und in Glas, wie von Waſſer in Glas unter verſchiedenen Einfallswinkeln. Die Reſultate ſolcher phyſiſchen Experimente werden von ihm in Tabellen zuſammengeſtellt. Dieſe Meſſung einer abſichtlich hervorgerufenen phyſiſchen Erſcheinung, eines Naturproceſſes, der nicht auf Bewegung von Lichtwellen reducirt iſt (Ariſtoteles ‡) nahm beim Lichte eine Bewegung des Mittels zwiſchen dem Auge und dem Geſehenen an), ſteht ganz iſolirt in dem Zeitraume, den wir hier behandeln. Es bietet derſelbe in der Erforſchung der elementaren Natur nur noch einige wenige chemiſche Arbeiten (Experimente) des Dioscorides dar und, wie ich an einem anderen Orte entwickelt habe, die techniſche Kunſt des Auffangens übergetriebener tropfbarer Flüſſigkeiten ‖) in ächten Deſtillir-Apparaten. Da Chemie erſt dann beginnt, wenn der Menſch ſich mineraliſche Säuren, als mächtige Mittel der Löſung und Entfeſſelung der Stoffe, verſchaffen kann, ſo iſt die von Alexander aus Aphrodiſias unter Caracalla beſchriebene Deſtillation des Seewaſſers einer großen Beachtung werth. Sie bezeichnet den Weg, auf welchem man allmälig zur Kenntniß der Heterogeneität der Stoffe, ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und gegenſeitigen Anziehungskraft gelangt iſt.

In der organiſchen Naturkunde iſt neben dem Anatomen Marinus, dem Affenzergliederer Rufus von Epheſus, welcher Empfindungs- und Bewegungs-Nerven unterſchied, und dem alle verdunkelnden Galenus von Pergamus kein anderer Name zu nennen. Die Thiergeſchichte des Aelianus aus Präneſte, das Fiſchgedicht des Ciliciers Oppianus enthalten zerſtreute Notizen, nicht Thatſachen auf eigene Forſchung gegründet. Es iſt kaum zu begreifen, wie die Unzahl ¶) ſeltener Thiere, welche vier Jahrhunderte lang im römiſchen

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. I p. LIV, T. II p. 551. Theon erwähnt nie der Optik des Ptolemäus, ob er gleich zwei volle Jahrhunderte nach ihm lebte.

†) Oft iſt es in der Phyſik der Alten ſchwer zu entſcheiden, ob ein Reſultat Folge einer hervorgerufenen Erſcheinung oder einer zufällig beobachteten iſt. Wo Ariſtoteles (de Coelo IV, 4) von der Schwere der Luft handelt, was freilich Ideler zu läugnen ſcheint (Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum p. 23), ſagt er beſtimmt: „ein aufgeblaſener Schlauch iſt ſchwerer als ein leerer.“ Der Verſuch muß mit verdichteter Luft gemacht worden ſein, falls er wirklich unternommen wurde.

‡) Ariſtot. de anima II, 7; Bieſe, die Philoſophie des Ariſtot. Bd. II. S. 147.

‖) Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de generat. und Alexandri Aphrodis. in Meteorol. Comment. (Venet. 1527) p. 97, b. Vergl. mein Examen crit. T. II. p. 306—312.

¶) Der numidiſche Metellus ließ 142 Elephanten im Circus tödten. In den Spielen, welche Pompejus gab, erſchienen 600 Löwen und 406 Panther. Auguſt hatte den Volksfeſten 3500 reißende Thiere geopfert: und ein zärtlicher Gatte klagt, daß er den Todestag ſeiner Gattin nicht durch ein blutiges Gladiatorengefecht zu Verona feiern könne, „weil widrige Winde die in Afrika gekauften Panther im Hafen zurückhalten!“ (Plin. Epist. VI, 34.)

Circus gemordet wurden (Elephanten, Rhinoceros, Nilpferde, Elenthiere, Löwen, Tiger, Panther, Crocodile und Strauße), für die vergleichende Anatomie so völlig unbenutzt blieben. Des Verdienstes des Dioscorides um die gesammte Pflanzenkunde ist schon oben gedacht worden; er hat einen mächtigen, langdauernden Einfluß auf die Botanik und pharmaceutische Chemie der Araber ausgeübt. Der botanische Garten des über hundert Jahre erreichenden Arztes Antonius Castor zu Rom, vielleicht den botanischen Gärten des Theophrast und Mithridates nachgebildet, hat den Wissenschaften wahrscheinlich nicht mehr genützt als die Sammlung fossiler Knochen des Kaisers Augustus oder die Naturaliensammlung, die man aus sehr schwachen Gründen dem geistreichen Appulejus von Madaura zugeschrieben hat *).

Am Schluß der Darstellung dessen, was zu der Zeit römischer Weltherrschaft in Erweiterung des kosmischen Wissens geleistet worden ist, muß noch des großartigen Unternehmens einer Weltbeschreibung gedacht werden, welche Cajus Plinius Secundus in 37 Büchern zu umfassen strebte. Im ganzen Alterthume ist nichts ähnliches versucht worden; und wenn das Werk auch während seiner Ausführung in eine Art von Encyclopädie der Natur und Kunst ausartete (der Verfasser, in der Zueignung an den Titus, scheuet sich selbst nicht den damals edleren griechischen Ausdruck ἐγκυκλοπαιδεία, gleichsam den „Inbegriff und Vollkreis allgemeiner Bildungswissenschaften," auf sein Werk anzuwenden): so ist doch nicht zu läugnen, daß trotz des Mangels eines inneren Zusammenhanges der Theile das Ganze den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung darbietet.

Die *Historia naturalis* des Plinius, in der tabellarischen Uebersicht, welche jetzt das sogenannte erste Buch bildet, *Historiae Mundi*, in einem Briefe des Neffen an seinen Freund Macer schöner *Naturae Historia* genannt, begreift Himmel und Erde zugleich: die Lage und den Lauf der Weltkörper, die meteorologischen Processe des Luftkreises, die Oberflächen-Gestaltung der Erde, alles tellurische, von der Pflanzendecke und den Weich-Gewürmen des Oceans an bis hinauf zu dem Menschengeschlechte. Dieses ist betrachtet nach Verschiedenheit seiner geistigen Anlagen wie in der Verherrlichung derselben zu den edelsten Blüthen der bildenden Künste. Ich nenne die Elemente des allgemeinen Naturwissens, welche in dem großen Werke fast ungeordnet vertheilt liegen. „Der Weg, den ich wandeln werde," sagt Plinius mit edler Zuversicht zu sich selbst, „ist unbetreten (non trita auctoribus via); keiner unter uns, keiner unter den Griechen hat unternommen, einer, das Ganze (der Natur) zu behandeln (nemo apud Graecos qui unus omnia tractaverit). Wenn mein Unternehmen mir nicht gelingt, so ist es doch etwas schönes und glänzendes (pulchrum atque magnificum) dergleichen versucht zu haben."

Es schwebte dem geistreichen Manne ein einziges großes Bild vor; aber, durch Einzelnheiten zerstreut, bei mangelnder lebendiger Selbstanschauung der Natur, hat er dies Bild nicht festzuhalten gewußt. Die Ausführung ist unvollkommen geblieben: nicht etwa blos wegen der Flüchtigkeit und oftmaligen Unkenntniß der zu behandelnden Gegenstände (wir urtheilen nach den excerpirten Werken, welche uns noch heute zugänglich sind) als wegen der Fehler in der Anordnung. Man erkennt in dem Verfasser einen vielbeschäftigten vornehmen Mann, der sich gern seiner Schlaflosigkeit und nächtlichen Arbeit rühmte, aber als Statthalter in Spanien und Oberaufseher der Flotte in Unteritalien gewiß nur zu oft seinen wenig gebildeten Untergebenen das lockere Gewebe einer endlosen Compilation anvertraute. Dies Streben nach Compilation, d. h. nach mühevollem Sammeln einzelner Beobachtungen und Thatsachen, wie sie das damalige Wissen liefern konnte, ist an sich keineswegs zu tadeln; das unvollkommene Gelingen des Unternehmens lag in der Unfähigkeit, den eingesammelten Stoff zu beherrschen, das Naturbeschreibende höheren, allgemeine-

*) Vergl. oben Anm. 53. Doch hat Appulejus, wie Cuvier erinnert (Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 287), die knochenartigen Haken im zweiten und dritten Magen der Aplysien (Seehasen) zuerst genau beschrieben.

gerichtet sein. In diesen Theilen der heißen Zone „individualisiren" sich die organischen Gestalten in den kleinsten Erdräumen. Jeder derselben bietet eigenthümliche Erzeugnisse dar und vervielfältigt durch stete Anregung zum Beobachten den Verkehr des Menschen mit der Natur. Es kam darauf an, so kostbare, der Medicin, den Gewerben, dem Luxus der Tempel und Paläste wichtige Waaren sorgfältig von einander zu unterscheiden und ihrem, oft mit gewinnsüchtiger List verheimlichten Vaterlande nachzuspüren. Ausgehend von dem Stapelplatze Gerrha am persischen Meerbusen und aus dem Weihrauch-Distrikte von Yemen, durchstrichen zahlreiche Caravanenstraßen das ganze Innere der arabischen Halbinsel bis Phönicien und Syrien und die Namen jener kräftigen Naturproducte, wie das Interesse für dieselben, wurden überall verbreitet.

Die Arzneimittellehre, gegründet von Dioscorides in der alexandrinischen Schule, ist ihrer wissenschaftlichen Ausbildung nach eine Schöpfung der Araber, denen jedoch eine reiche Quelle der Belehrung und die älteste von allen, die der indischen Aerzte, schon früher geöffnet war*). Die chemische Apothekerkunst ist von den Arabern geschaffen worden, und die ersten obrigkeitlichen Vorschriften über Bereitung der Arzneimittel, die jetzt so genannten Dispensatorien, sind von ihnen ausgegangen. Sie wurden später von der salernitanischen Schule durch das südliche Europa verbreitet. Pharmacie und Materia medica, die ersten Bedürfnisse der praktischen Heilkunst, leiteten nach zwei Richtungen gleichzeitig zum Studium der Botanik und zu dem der Chemie. Aus den engen Kreisen der Nützlichkeit und einseitiger Anwendung gelangte die Pflanzenkunde allmälig in ein weiteres und freieres Feld; sie erforschte die Structur des organischen Gewebes, die Verbindung der Structur mit den Kräften, die Gesetze, nach welchen die Pflanzenformen familienweise auftreten und sich geographisch nach Verschiedenheit der Klimate und Höhen über den Erdboden vertheilen.

Seit den asiatischen Eroberungen, für deren Erhaltung später Bagdad ein Centralpunkt der Macht und der Cultur wurde, bewegten sich die Araber in dem kurzen Zeitraume von 70 Jahren über Aegypten, Cyrene und Carthago durch das ganze nördliche Afrika bis zu der fernsten iberischen Halbinsel. Der geringe Bildungszustand des Volkes und seiner Heerführer konnte allerdings jeglichen Ausbruch wilder Rohheit vermuthen lassen; aber die Mythe von Verbrennung der alexandrinischen Bibliothek durch Amru (das sechsmonatliche Heizen von 4000 Badstuben) beruht auf dem alleinigen Zeugniß von zwei Schriftstellern, welche 580 Jahre später lebten, als die Begebenheit sich soll zugetragen haben†). Wie in friedlicheren Zeiten, doch ohne daß die geistige Cultur der ganzen Volksmasse einen freien Aufschwung hätte gewinnen können, in der glanzvollen Epoche von Al-Mansur, Harun Al-Raschid, Mamun und Motasem, die Höfe der Fürsten und die öffentlichen wissenschaftlichen Institute eine große Zahl der ausgezeichnetsten Männer vereinigen konnten, bedarf hier keiner besonderen Entwickelung. Es gilt nicht in diesen Blättern eine Charakteristik der so ausgedehnten und in ihrer Mannigfaltigkeit so ungleichartigen arabischen Literatur zu geben, oder zu unterscheiden, was in den verborgenen Tiefen der Organisation eines Menschenstammes und der Naturentfaltung seiner Anlagen, was in äußeren Anregungen und zufälligen Bedingnissen gegründet ist. Die Lösung dieser wichtigen Aufgabe gehört einer anderen Sphäre der Ideen an. Unsere historische Betrachtungen sind auf eine fragmentarische Herzählung dessen beschränkt, was in mathematischen, astronomischen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen das Volk der Araber zur allgemeineren Weltanschauung beigetragen hat.

---

*) Ueber die Kenntnisse, welche die Araber aus der Arzneimittellehre der Inder geschöpft haben, s. die wichtigen Untersuchungen von Wilson im Oriental Magazine of Calcutta 1823 Febr. und März und von Royle in seinem Essay on the Antiquity of Hindoo Medicine 1837 p. 56—59, 64—67, 73 und 92. Vergl. ein Verzeichniß pharmaceutischer arabischer Schriften, die aus dem Indischen übersetzt sind, in Ainslie (Ausgabe von Madras) p. 289.

†) Gibbon Vol. IX. chapt. 51 p. 392; Heeren, Gesch. des Studiums der classischen Literatur Bd. I. 1797 S. 44 und 72; Sacy, Abd-Allatif p. 240; Parthey, das alexandrinische Museum 1838 S. 106.

lockerer gemacht, ja durch den Sturm einbrechender Barbaren zerstört wurde, bis in seine entfernten Folgen erkannt werden kann. Noch singt Claudian, der zu einer trüben und späten Zeit, unter Theodosius dem Großen und dessen Söhnen, im Verfall der Literatur mit neuer dichterischer Productivität auftritt, freilich nur zu lobend, von der Herrschaft der Römer*):

Haec est, in gremium victos quae sola recepit,
Humanumque genus communi nomine fovit,
Matris, non dominae, ritu; civesque vocavit
Quos domuit, nexuque pio longinqua revinxit.
Hujus pacificis debemus moribus omnes
Quod veluti patriis regionibus utitur hospes . . . . .

Aeußere Mittel des Zwanges, kunstreiche Staatsverfassungen, eine lange Gewohnheit der Knechtschaft konnten freilich einigen, sie konnten das vereinzelte Dasein der Völker aufheben; aber das Gefühl von der Gemeinschaft und Einheit des ganzen Menschengeschlechts, von der gleichen Berechtigung aller Theile desselben hat einen edleren Ursprung. Es ist in den inneren Antrieben des Gemüths und religiöser Ueberzeugungen gegründet. Das Christenthum hat hauptsächlich dazu beigetragen, den Begriff der Einheit des Menschengeschlechts hervorzurufen; es hat dadurch auf die „Vermenschlichung" der Völker in ihren Sitten und Einrichtungen wohlthätig gewirkt. Tief mit den frühesten christlichen Dogmen verwebt, hat der Begriff der Humanität sich aber nur langsam Geltung verschaffen können, da zu der Zeit, als der neue Glauben aus politischen Motiven in Byzanz zur Staatsreligion erhoben wurde, die Anhänger desselben bereits in elenden Partheistreit verwickelt, der ferne Verkehr der Völker gehemmt und die Fundamente des Reichs mannigfach durch äußere Angriffe erschüttert waren. Selbst die persönliche Freiheit ganzer Menschenclassen hat lange in den christlichen Staaten, bei geistlichen Grundbesitzern und Corporationen, keinen Schutz gefunden.

Solche unnatürlichen Hemmungen, und viele andere, welche dem geistigen Fortschreiten der Menschheit wie der Veredlung des gesellschaftlichen Zustandes im Wege stehen, werden allmählig verschwinden. Das Princip der individuellen und der politischen Freiheit ist in der unvertilgbaren Ueberzeugung gewurzelt von der gleichen Berechtigung des einigen Menschengeschlechts. So tritt dieses, wie schon an einem andern Orte†) gesagt worden ist, „als Ein großer verbrüderter Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes der freien Entwickelung innerlicher Kraft) bestehendes Ganzes" auf. Diese Betrachtung der Humanität, des bald gehemmten, bald mächtig fortschreitenden Strebens nach derselben (keineswegs die Erfindung einer neueren Zeit!) gehört durch die Allgemeinheit ihrer Richtung recht eigentlich zu dem, was das kosmische Leben erhöht und begeistigt. In der Schilderung einer großen welthistorischen Epoche, der der Herrschaft der Römer, ihrer Gesetzgebung und der Entstehung des Christenthums, mußte vor allem daran erinnert werden, wie dieselbe die Ansichten des Menschengeschlechts erweitert und einen milden, langdauernden, wenn gleich langsam wirkenden Einfluß auf Intelligenz und Gesittung ausgeübt hat.

---

*) Claudian. in secundum consulatum Stilichonis v. 150—155

†) Kosmos Buch I. S. 190 und 191, Buch II. S. 203. (Vergl. auch Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd I. S. XXXVIII.

V.

Einfall der Araber. — Geistige Bildsamkeit dieses Theils des semitischen Volksstammes. — Einfluß eines fremdartigen Elements auf den Entwickelungsgang europäischer Cultur. — Eigenthümlichkeit des Nationalcharakters der Araber. — Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. — Arzneimittellehre und Chemie. — Erweiterung der physischen Erdkunde im Innern der Continente, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften.

Wir haben in dem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. in der Darstellung der sich allmählig entwickelnden Erkenntniß von einem Weltganzen, bereits vier Hauptmomente aufgezählt. Es sind: die Versuche aus dem Becken des Mittelmeers gegen Osten nach dem Pontus und Phasis, gegen Süden nach Ophir und den tropischen Goldländern, gegen Westen durch die Hercules-Säulen in den „alles umströmenden Oceanus" vorzudringen; der macedonische Feldzug unter Alexander dem Großen; das Zeitalter der Lagiden und die römische Weltherrschaft. Wir lassen nun folgen den mächtigen Einfluß, welchen die Araber, ein fremdartiges Element europäischer Civilisation, und sechs bis sieben Jahrhunderte später die maritimen Entdeckungen der Portugiesen und Spanier, auf das allgemeine physische und mathematische Naturwissen, auf Kenntniß der Erd- und Himmelsräume, ihrer meßbaren Gestaltung, der Heterogeneität der Stoffe und der ihnen inwohnenden Kräfte ausgeübt haben. Die Entdeckung und Durchforschung des Neuen Continents, seiner vulkanreichen Cordilleren, seiner Hochebenen, in denen gleichsam die Klimate über einander gelagert sind, seiner in 120 Breitengraden entfalteten Pflanzendecke bezeichnet unstreitig die Periode, wo dem menschlichen Geiste in dem kürzesten Zeitraum die größte Fülle neuer physischer Wahrnehmungen dargeboten wurde.

Von da an ist die Erweiterung des kosmischen Wissens nicht an einzelne politische, räumlich wirkende Begebenheiten zu knüpfen. Die Intelligenz bringt fortan Großes hervor aus eigener Kraft, nicht durch einzelne äußere Ereignisse vorzugsweise angeregt. Sie wirkt in vielen Richtungen gleichzeitig, schafft durch neue Gedankenverbindung sich neue Organe, um das zarte Gewebe des Thier- und Pflanzenbaues als Substrat des Lebens, wie die weiten Himmelsräume zu durchspähen. So erscheint das ganze siebzehnte Jahrhundert, glänzend eröffnet durch die große Erfindung des Fernrohrs, wie durch die nächsten Früchte dieser Erfindung, von Galilei's Entdeckung der Jupiterstrabanten, der sichelförmigen Gestalt der Venusscheibe und der Sonnenflecken an bis zu Isaac Newton's Gravitations-Theorie, als die wichtigste Epoche einer neugeschaffenen physischen Astronomie. Es zeigt sich hier noch einmal, durch Einheit der Bestrebungen in der Beobachtung des Himmels und der mathematischen Forschung hervorgerufen, ein scharf bezeichneter Abschnitt in dem großen, von nun an ununterbrochen fortlaufenden Processe intellectueller Entwickelung.

Unseren Zeiten näher wird das Herausheben einzelner Momente um so schwieriger, als die menschliche Thätigkeit sich vielseitiger bewegt und als mit einer neuen Ordnung in den geselligen und staatlichen Verhältnissen auch ein engeres Band alle wissenschaftlichen Richtungen umschließt. In den einzelnen Disciplinen, deren Entwickelung eine Geschichte der physischen Wissenschaften darstellt, in der Chemie und der beschreibenden Botanik, ist es möglich, bis in die neueste Zeit Perioden zu isoliren, in denen die Fortschritte am größten waren oder plötzlich neue Ansichten herrschend wurden; aber in der Geschichte der Weltanschauung, welche ihrem Wesen nach der Geschichte der einzelnen Disciplinen nur das entlehnen soll, was am unmittelbarsten sich auf die Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen bezieht, wird das Anknüpfen an bestimmte Epochen schon darum gefahrvoll und unthunlich, weil das, was wir eben einen intellectuellen Entwickelungsproceß nannten, ein ununterbrochenes gleichzeitiges Fortschreiten in allen Sphären des kosmischen Wissens voraussetzt. An dem wichtigen Scheidepunkt ange-

langt, wo nach dem Untergange der römischen Weltherrschaft ein neues, fremdartiges Element der Bildung sich offenbart, wo unser Continent dasselbe zum ersten Male unmittelbar aus einem Tropenlande empfängt, schien es mir nützlich, einen allgemeinen, übersichtlichen Blick auf den Weg zu werfen, welcher noch zu durchlaufen übrig ist.

Die Araber, ein semitischer Urstamm, verscheuchen theilweise die Barbarei, welche das von Völkerstürmen erschütterte Europa bereits seit zwei Jahrhunderten bedeckt hat. Sie führen zurück zu den ewigen Quellen griechischer Philosophie; sie tragen nicht bloß dazu bei, die wissenschaftliche Cultur zu erhalten, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege. In unserm Continent begann die Erschütterung erst, als unter Valentinian I. die Hunnen (finnischen, nicht mongolischen Ursprungs) in dem letzten Viertel des vierten Jahrhunderts über den Don vordrangen und die Alanen, später mit diesen die Ostgothen bedrängten. Fern im östlichen Asien war der Strom wandernder Völker in Bewegung gesetzt mehrere Jahrhunderte früher als unsere Zeitrechnung beginnt. Den ersten Anstoß zur Bewegung gab, wie wir schon früher erinnert, der Anfall der Hiungnu (eines türkischen Stammes) auf das blonde und blauäugige, vielleicht indogermanische Volk der Usün, die, an die Yueti (Geten?) grenzend, im oberen Flußthal des Huangho im nordwestlichen China wohnten. Der verheerende Völkerstrom, fortgepflanzt von der, gegen die Hiungnu (214 vor Chr.) errichteten großen Mauer bis in das westlichste Europa, bewegte sich durch Mittel-Asien, nördlich von der Kette des Himmelsgebirges. Kein Religionseifer beseelte diese asiatischen Horden, ehe sie Europa berührten; ja, man hat bestimmt erwiesen, daß die Mongolen noch nicht Buddhisten*) waren, als sie siegreich bis nach Polen und Schlesien vordrangen. Ganz andere Verhältnisse gaben dem kriegerischen Ausbruch eines südlichen Volkes, der Araber, einen eigenthümlichen Charakter.

In dem wenig gegliederten†) Continent von Asien dehnt sich, ausgezeichnet durch seine Form, als ein merkwürdig abgesondertes Glied, die arabische Halbinsel zwischen dem rothen Meere und dem persischen Meerbusen, zwischen dem Euphrat und dem syrisch-mittelländischen Meere hin. Es ist die westlichste der drei Halbinseln von Süd-Asien, und ihre Nähe zu Aegypten und einem europäischen Meeresbecken bietet ihr große Vortheile sowohl der politischen Weltstellung als des Handels dar. In dem mittleren Theile der arabischen Halbinsel lebte das Volk des Hedschaz, ein edler, kräftiger Menschenstamm, unwissend, aber nicht roh, phantasiereich und doch der sorgfältigen Beachtung aller Vorgänge in der freien Natur (an dem ewig heiteren Himmelsgewölbe und auf der Erdfläche) ergeben. Nachdem dies Volk, Jahrtausende lang fast ohne Berührung mit der übrigen Welt, größtentheils nomadisch umhergezogen, brach es plötzlich aus, bildete sich durch geistigen Contact mit den Bewohnern alter Culturſitze, bekehrte und herrschte von den Hercules-Säulen bis zum Indus, bis zu dem Punkt, wo die Bolor-Kette den Hindu-Kho durchschneidet. Schon seit der Mitte des neunten Jahrhunderts unterhielt es Handelsverkehr gleichzeitig mit den Nordländern Europa's und Madagascar, mit Ost-Afrika, Indien und China; es verbreitete Sprache, Münze und indische Zahlen; gründete einen mächtigen, langdauernden, durch religiösen Glauben zusammengehaltenen Länderverband. Oft bei diesen Zügen wurden große Provinzen nur vorübergehend durchstreift. Der schwärmende Haufe, von den Eingeborenen bedroht, lagerte sich (so sagt die einheimische Naturdichtung) „wie Wolkengrup-

*) Wenn Carl Martell, wie man oft gesagt, durch seinen Sieg bei Tours das mittlere Europa gegen den einbrechenden Islam geschützt hat, so kann man nicht mit gleichem Rechte behaupten, daß der Rückzug der Mongolen nach der Schlacht bei Liegnitz den Buddhismus gehindert habe bis an die Elbe und den Rhein vorzudringen. Die Mongolenschlacht in der Ebene von Wahlstatt bei Liegnitz, in welcher Herzog Heinrich der Fromme heldenmüthig fiel, ward am 9. April 1241 geliefert, vier Jahre nachdem unter Batu, dem Enkel Dschingischans, das Kaptschak und Rußland den asiatischen Horden dienstbar wurden. Die erste Einführung des Buddhismus unter den Mongolen fällt aber in das Jahr 1247, also fern im Osten zu Leang-tschen, in der chinesischen Provinz Schensi, der kranke mongolische Prinz Godan den Sakya Pandita, einen tübetanischen Erzpriester, zu sich berief, um sich von ihm beilen und bekehren zu lassen (Klaproth in einem handschriftlichen Fragmente über die Verbreitung des Buddhismus im östlichen und nördlichen Asien). Dazu haben die Mongolen sich nie mit der Bekehrung der überwundenen Völker beschäftigt.

†) Kosmos Buch I. S. 153.

und ließ durch eigene Reisende in Syrien und andern asiatischen Ländern seltene Sämereien sammeln. Er pflanzte bei dem Pallaste der Rißafah die erste Dattelpalme, die er in einem Gedichte voll schwermüthiger Sehnsucht nach seiner Heimath Damascus besang.

Der wichtigste Einfluß aber, den die Araber auf das allgemeine Naturwissen ausgeübt haben, ist der gewesen, welcher auf die Fortschritte der Chemie gerichtet war. Mit den Arabern fing gleichsam ein neues Zeitalter für diese Wissenschaft an. Allerdings waren bei ihnen alchymistische und neuplatonische Phantasien mit der Chemie eben so verschwistert wie Astrologie mit der Sternkunde. Die Bedürfnisse der Pharmacie und die gleich dringenden der technischen Künste leiteten zu Entdeckungen, welche von den alchymistisch-metallurgischen Bestrebungen bald absichtlich, bald durch glückliche Zufälle begünstigt wurden. Die Arbeiten von Geber oder vielmehr Djaber (Abu-Mußah Dschafar al-Kufi) und die viel späteren des Razes (Abu-Bekr Arrasi) sind von den wichtigsten Folgen gewesen. Die Bereitung von Schwefel- und Salpetersäure *), von Königswasser, Quecksilber-Präparaten und anderen Metalloxyden, die Kenntniß des alkoholischen †) Gährungsprocesses bezeichnen diese Epoche. Die erste wissenschaftliche Begründung und die Fortschritte der Chemie sind für die Geschichte der Weltanschauung um so wichtiger, als nun zuerst die Heterogeneität der Stoffe und die Natur von Kräften erkannt wurden, die sich nicht durch Bewegung sichtbar verkündigen und neben der pythagoreisch-platonischen „Vollkommenheit" der Form auch der Mischung Geltung verschafften. Unterschiede der Form und Mischung sind aber die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie, die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zersetzend zugleich.

Was die arabischen Chemiker mögen aus ihrer Bekanntschaft mit der indischen Literatur (den Schriften über das Rasayana ‡), aus den uralten technischen Künsten der Aegypter, aus den neuen alchymistischen Vorschriften des Pseudo-Democritus und des Sophisten Synesius, oder gar aus chinesischen Quellen durch Vermittelung der Mongolen geschöpft haben: ist für jetzt schwer zu entscheiden. Nach den neuesten sehr sorgfältigen Untersuchungen eines berühmten Orientalisten, Herrn Reinaud, darf wenigstens die Erfindung des Schießpulvers ‖) und dessen Anwendung zur Fortschleuderung von hohlen Projectilen nicht den Arabern zugeschrieben werden. Hassan Al-Rammah, welcher zwischen 1285 und 1295 schrieb, kannte diese Anwendung nicht, während daß bereits im zwölften Jahrhundert, also fast 200 Jahre vor Berthold Schwarz, im Rammelsberge am Harz eine Art Schieß-

---

(Antonio Conde, Hist. de la dominacion de los Arabes en Espana T. I. p. 169.)

*) Die Bereitung der Salpetersäure und des Königswassers von Djaber (eigentlich Abu-Mußah Dschafar) ist über 500 Jahre älter als Albert der Große und Raymund Lullus, ja fast 700 Jahre älter als der Erfurter Mönch Basilius Valentinus. Doch wurde lange diesen freien die Epoche machende Entdeckung jener zerstörenden (aufschließenden) Säuren zugeschrieben.

†) Ueber die Vorschrift des Razes zur Weingährung von Tamarinden und Zucker und zur Destillation des Alkohols, Hoefer, Hist. de la Chimie T. I. p. 325. Wenn auch Alexander von Aphrodisias (Joannis Philoponi Grammatici in libr. de generatione et interitu Comm. Venet. 1527 p. 97) eigentlich nur die Destillation des Seewassers umständlich beschreibt, so erinnert er doch schon daran, daß auch Wein destillirt werden könne. Diese Bekanntschaft ist um so merkwürdiger, als Aristoteles die irrige Meinung vorträgt, durch natürliche Verdunstung steige aus dem Wein nur süßes Wasser auf (Meteorol. II. 3 p. 358 Bekker), wie aus dem Salzwasser des Meeres.

‡) Die Chemie der Inder, die alchymistischen Künste umfassend, heißt rasâyana (rasa, Saft, Flüssiges, auch Quecksilber, und âyana, Gang) und bildet nach Wilson die siebente Abtheilung des Ayur-Veda, der Wissenschaft des Lebens oder der Lebensverlängerung (Royle, Hindoo Medicine p. 39—48). Die Inder kennen seit der ältesten Zeit (Royle p. 131) die Anwendung der Beizen bei der Calico- oder Kattun-Druckerei, einer ägyptischen Kunst, die man bei Plinius lib. XXXV cap. 11 no. 150 auf das deutlichste beschrieben findet. Der Name Chemie für Scheidekunst bezeichnet wörtlich ägyptische Kunst, Kunst des schwarzen Landes; denn schon Plutarch wußte (de Iside et Osir. cap. 33), daß die Aegypter ihr Land wegen der schwarzen Erde Χημία nannten." Die Inschrift von Rosette hat Chmi. Das Wort Chemie, auf Scheidekunst angewandt, finde ich zuerst in dem Decrete des Diocletian „gegen die alten Schriften der Aegypter, welche von der Chemie des Goldes und Silbers handeln περὶ χημίας ἀργύρου καὶ χρυσοῦ"; vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie et de l'Astronomie nautique T. II. p. 314.

‖) Reinaud et Favé du feu grégeois, des feux de guerre et des origines de la poudre à canon, in ihrer Histoire de l'Artillerie T. I. 1845 pag. 89—97, 201 und 211; Piobert, Traité d'Artillerie 1836 p. 25; Beckmann, Technologie S. 342.

genüber, ein wichtiger Stapelplatz des Verkehrs mit indischen Waaren. Wenn gleich fast das ganze Innere des arabischen Landes eine baumlose Sandwüste zu nennen ist, so findet sich doch in Oman (zwischen Jailan und Batna) eine ganze Reihe wohl cultivirter, durch unterirdische Canäle bewässerter Oasen; ja, der Thätigkeit des verdienstvollen Reisenden Wellsted*) verdanken wir die Kenntniß dreier Gebirgsketten, deren höchster, waldbedeckt Gipfel, Dschebel Akhdar, sich bis sechs tausend Fuß Höhe über dem Meeresspiegel bei Maskat erhebt. Auch in dem Berglande von Yemen östlich von Loheia und in der Küstenkette von Hedschaz, in Asyr, wie östlich von Mekka bei Tayef, befinden sich Hochebenen, denen perpetuirlich niedrige Temperatur schon dem Geographen Edrisi bekannt war†).

Dieselbe Mannigfaltigkeit der Gebirgslandschaft charakterisirt die Halbinsel Sinai, das Kupferland der Aegypter des alten Reichs (vor der Hykšos-Zeit), und die Felsthäler von Petra. Der phönicischen Handelsniederlassungen an dem nördlichsten Theile des rothen Meeres und der Hiram-Salomonischen Ophirfahrt, die von Ezion-Geber ausging, habe ich bereits an einem anderen Orte‡) erwähnt. Arabien und die von indischen Ansiedlern bewohnte nahe Insel Socotora (die Insel des Dioscorides) waren Mittelglieder des Welthandels nach Indien und der Ostküste von Afrika. Die Producte dieser Länder wurden gemeinhin mit denen von Hadhramaut und Yemen verwechselt. „Aus Saba werden sie kommen" (die Dromedare von Midian), singt der Prophet Jesaias, „werden Gold und Weihrauch bringen‖)." Petra war der Stapelplatz kostbarer Waaren, für Tyrus und Sidon bestimmt, ein Hauptsitz des einst so mächtigen Handelsvolks der Nabatäer, denen der sprachgelehrte Quatremère als ursprünglichen Wohnsitz die Gerrhäer-Gebirge am unteren Euphrat anweist. Dieser nördliche Theil von Arabien ist vorzugsweise durch die Nähe von Aegypten, durch die Verbreitung arabischer Stämme in dem syrisch-palästinischen Grenzgebirge und den Euphratländern, wie durch die berühmte Caravanenstraße von Damascus über Emesa und Tadmor (Palmyra) nach Babylon in belebendem Contact mit anderen Culturstaaten gewesen. Mohammed selbst, entsprossen aus einem vornehmen, aber verarmten Geschlecht des Koreitschiten-Stammes, hatte, ehe er als inspirirter Prophet und Reformator auftrat, in Handelsgeschäften die Waarenmesse von Bosra an der syrischen Grenze, die in Hadhramaut, dem Weihrauchlande, und am meisten die zwanzigtägige von Okadh bei Mekka besucht, wo Dichter, meist Beduinen, sich alljährlich zu lyrischen Kampfspielen versammelten. Wir berühren diese Einzelheiten des Verkehrs und seiner Veranlassungen, um ein lebendigeres Bild von dem zu geben, was vorbereitend auf eine Weltveränderung wirkte.

Die Verbreitung der arabischen Bevölkerung gegen Norden erinnert zunächst an zwei Begebenheiten, deren nähere Verhältnisse freilich noch in Dunkel gehüllt sind, welche aber doch dafür zeugen, daß schon Jahrtausende vor Mohammed die Bewohner der Halbinsel sich durch Ausfälle nach Westen und Osten, gegen Aegypten und den Euphrat hin, in die großen Welthändel gemischt hatten. Die semitische oder aramäische Abstammung der Hykšos, welche unter der zwölften Dynastie, 2200 Jahre vor unserer Zeitrechnung, dem alten Reiche ein Ende machten, wird jetzt fast allgemein von Geschichtsforschern angenommen. Auch Manetho sagt: „Einige behaupten, daß diese Hirten Araber waren." In anderen Quellen werden sie Phönicier genannt: ein Name, der im Alterthume auf die Bewohner des Jordanthales und auf alle arabischen Stämme ausgedehnt wird. Der scharfsinnige Ewald gedenkt besonders der Amalekiter (Amalekäer), welche ursprünglich in Yemen wohnten, dann über Mekka und Medina sich nach Canaan und Syrien verbreiteten und in arabischen Urkunden als zu Josephs Zeit über Aegypten herrschend genannt werden¶). Auf-

*) Wellsted, Travels in Arabia 1838 Vol. I. p. 272—289.

†) Jomard, Études géogr. et hist. sur l'Arabie *1839 p. 14 und 32.*

‡) Kosmos Buch II. S. 259.

‖) Jesaias 60, 6.

¶) Ewald, Gesch. des Volkes Israel Bd. I. S. 300 und 450; Bunsen, Aegypten Buch III. S. 1

genden des tropischen Amerika (Cumana, Coro, Payta) haben eine noch durchsichtigere Luft als Aegypten, Arabien und Bochara! Das tropische Klima, die ewige Heiterkeit des in Sternen und Nebelflecken prangenden Himmelsgewölbes wirken überall auf das Gemüth; doch folgereich, d. h. zu Ideen führend, zur Arbeit des Menschengeistes in Entwickelung mathematischer Gedanken, regen sie nur da an, wo andere, vom Klima ganz unabhängige, innere und äußere Antriebe einen Völkerstamm bewegen, wo z. B. die genaue Zeiteintheilung zur Befriedigung religiöser oder agronomischer Bedürfnisse eine Nothwendigkeit des geselligen Zustandes wird. Bei rechnenden Handelsvölkern (Phöniciern), bei construirenden, baulustigen, feldmessenden Nationen (Chaldäern und Aegyptern) werden früh empirische Regeln der Arithmetik und der Geometrie aufgefunden; aber alles dies kann nur die Entstehung mathematischer und astronomischer Wissenschaft vorbereiten. Erst bei höherer Cultur wird gesetzliche Regelmäßigkeit der Veränderungen am Himmel in den irdischen Erscheinungen wie reflectirt erkannt, auch in letzteren, laut dem Ausspruch unseres großen Dichters, nach dem „ruhenden Pole" geforscht. Die Ueberzeugung von dem Gesetzmäßigen in der Planetenbewegung hat unter allen Klimaten am meisten dazu beigetragen in dem wogenden Luftmeere, in den Oscillationen des Oceans, in dem periodischen Gange der Magnetnadel, in der Vertheilung des Organismus auf der Erdfläche Gesetz und Ordnung zu suchen.

Die Araber erhielten indische Planetentafeln*) schon am Ende des achten Jahrhunderts. Wir haben bereits oben erinnert, daß der Susruta, der uralte Inbegriff aller medicinischen Kenntnisse der Inder, von Gelehrten übersetzt wurde, welche zu dem Hofe des Chalifen Harun Al-Raschid gehörten: ein Beweis, wie sehr die Sanskrit-Literatur früh Eingang gefunden hatte. Der arabische Mathematiker Albyruni ging selbst nach Indien, um dort Astronomie zu studiren. Seine Schriften, die erst neuerlichst zugänglich geworden sind, beweisen, wie genau er das Land, die Traditionen und das vielumfassende Wissen der Inder kannte †).

Aber die arabischen Astronomen, so viel sie den früher civilisirten Völkern, vorzüglich den indischen und alexandrinischen Schulen, verdankten, haben doch auch, bei ihrem eigenthümlichen praktischen Sinne, durch die große Zahl und die Richtung ihrer Beobachtungen, durch die Vervollkommnung der winkelmessenden Instrumente, durch das eifrigste Bestreben, die älteren Tafeln bei sorgfältiger Vergleichung mit dem Himmel zu verbessern, das Gebiet der Astronomie ansehnlich erweitert. In dem siebenten Buche von dem Almagest des Abul-Wefa hat Sédillot die wichtige Störung der Länge des Mondes erkannt, welche in den Syzygien und Quadraturen verschwindet, ihren größten Werth in den Octanten hat und bisher unter dem Namen der Variation lange für Tycho's Entdeckung gehalten wurde ‡). Die Beobachtungen von Ebn-Junis in Cairo sind für die Störungen und secularen Bahnänderungen der beiden größten Planeten, Jupiter und Saturn, besonders wichtig geworden ||). Eine Gradmessung, welche der Chalif Al-Mamun in der großen Ebene

*) Ueber die indischen Tafeln, welche Alphazari und Alkaresmi ins Arabische übersetzt haben, s. Chasles, Recherches sur l'Astronomie indienne in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 846—850. Die Substitution der Sinus für die Bögen, welche man gewöhnlich dem Albategnius im Anfang des zehnten Jahrhunderts zuschreibt, gehört ursprünglich auch den Indern; Sinustafeln finden sich schon in dem Surya-Siddhanta.

†) Reinaud, Fragments arabes relatifs a l'Inde p. XII—XVII, 96—126, und besonders 135—160. Albyruni's eigentlicher Name war Abul-Ryhan. Er war gebürtig aus Byrun im Indus-Thale, war ein Freund des Avicenna und lebte mit ihm in der arabischen Akademie, die sich im Charezm gebildet hatte. Sein Aufenthalt in Indien wie die Abfassung seiner Geschichte von Indien (Tarikhi-Hind), aus welcher Reinaud die merkwürdigsten Bruchstücke bekannt gemacht, fallen in die Jahre 1030—1032.

‡) Sédillot, Matériaux pour servir a l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux T. I. p. 50—89; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. II. 1836 p. 202, T. XVII. 1843 p. 163—173, T. XX. 1845 p. 1308. Gegen diese Meinung behauptet Herr Biot, daß die schöne Entdeckung des Tycho dem Abul-Wefa keineswegs gehöre, daß dieser nicht die variation, sondern nur den zweiten Theil der évection gekannt habe; s. Journal des Savants 1843 p. 513—532, 609—626, 719—737; 1845 p. 146—166, und Comptes rendus T. XX. 1845 p. 1319—1323.

||) Laplace, Expos. du Système du Monde note V p. 407.

kaum anderthalb Jahrhunderte früher, die Kenntniß der griechischen Literatur erst durch die verketzerten Nestorianer empfangen hatten. Aerzte, die in den Lehranstalten der Griechen und auf der berühmten von den nestorianischen Christen zu Edessa in Mesopotamien gestifteten medicinischen Schule gebildet waren, lebten schon zu Mohammeds Zeiten, mit diesem und mit Abu-Bekr befreundet, in Mekka.

Die Schule von Edessa, ein Vorbild der Benedictiner-Schulen von Monte-Cassino und Salerno, erweckte die naturwissenschaftliche Untersuchung der Heilstoffe aus dem Mineral- und Pflanzenreiche. Als durch christlichen Fanatismus unter Zeno dem Isaurier sie aufgelöst wurde, zerstreuten sich die Nestorianer nach Persien, wo sie bald eine politische Wichtigkeit erlangten und ein neues, vielbesuchtes medicinisches Institut zu Dschondisapur in Khusistan stifteten. Es gelang ihnen ihre Kenntnisse und ihren Glauben gegen die Mitte des siebenten Jahrhunderts bis nach China unter der Dynastie der Thang zu verbreiten, 572 Jahre nachdem der Buddhismus dort aus Indien eingedrungen war.

Der Saamen abendländischer Cultur, in Persien durch gelehrte Mönche und durch die von Justinian verfolgten Philosophen der letzten platonischen Schule von Athen ausgestreuet, hatte einen wohlthätigen Einfluß auf die Araber während ihrer ersten asiatischen Feldzüge ausgeübt. So schwach auch die Kenntnisse der nestorianischen Priester mögen gewesen sein, so konnten sie doch, ihrer eigenthümlichen medicinisch-pharmaceutischen Richtung nach, anregend auf einen Menschenstamm wirken, der lange im Genuß der freien Natur gelebt und einen frischeren Sinn für jede Art der Naturanschauung bewahrte, als die griechischen und italienischen Städtebewohner. Was der Epoche der Araber die bedeutende Wichtigkeit giebt, die wir hier hervorheben müssen, hängt großentheils mit dem eben bezeichneten Zuge ihres Nationalcharakters zusammen. Die Araber sind, wir wiederholen es, als die eigentlichen Gründer der physischen Wissenschaften zu betrachten, in der Bedeutung des Worts, welche wir ihm jetzt zu geben gewohnt sind.

Allerdings ist in der Gedankenwelt, bei der inneren Verkettung alles Gedachten, ein absoluter Anfang schwer an einen bestimmten Zeitabschnitt zu knüpfen. Einzelne Lichtpunkte des Wissens, wie der Processe, durch die das Wissen erlangt werden kann, zeigen sich frühe zerstreut. Wie weit ist nicht Dioscorides, welcher Queckſilber aus dem Zinnober übertrieb, vom arabischen Chemiker Dscheber, wie weit ist Ptolemäus als Optiker von Alhazen getrennt! aber die Gründung der physischen Disciplinen, der Naturwissenschaften selbst, hebt da erst an, wo auf neu geöffneten Wegen zugleich von Vielen, wenn auch mit ungleichem Erfolge, fortgeschritten wird. Nach der bloßen Naturbeschauung, nach dem Beobachten der Erscheinungen, die sich in den irdischen und himmlischen Räumen zufällig dem Auge darbieten, kommt das Erforschen, das Aufsuchen des Vorhandenen, das Messen von Größe und Dauer der Bewegung. Die früheste Epoche einer solchen, doch aber meist auf das Organische beschränkten Naturforschung ist die des Aristoteles gewesen. Es bleibt eine dritte und höhere Stufe übrig in der fortschreitenden Kenntniß physischer Erscheinungen, die Ergründung der Naturkräfte: die des Werdens, bei dem diese Kräfte wirken; die der Stoffe selbst, die entfesselt werden, um neue Verbindungen einzugehen. Das Mittel, welches zu dieser Entfesselung führt, ist das willkührliche Hervorrufen von Erscheinungen, das Experimentiren.

Auf diese letzte, in dem Alterthum fast ganz unbetretene Stufe haben sich vorzugsweise im großen die Araber erhoben. Sie gehörten einem Lande an, das ganz des Palmen- und zur größeren Hälfte des Tropen-Klima's genießt (der Wendekreis des Krebses durchschneidet die Halbinsel ungefähr von Maskat nach Mekka hin), also einer Weltgegend, in der bei erhöhter Lebenskraft der Organe das Pflanzenreich eine Fülle von Aromen, von balsamischen Säften, dem Menschen wohlthätigen oder gefahrdrohenden Stoffen liefert. Früh mußte daher die Aufmerksamkeit des Volkes auf die Erzeugnisse des heimischen Bodens und der durch Handel erreichbaren malabarischen, ceylanischen und oſt-afrikanischen Küsten

meren Schriften der Alexandriner; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß, wären die Werke der Inder zwei Jahrhunderte früher und nicht erst in unseren Tagen den Europäern bekannt geworden, sie auf die Entwickelung der modernen Analysis fördernd hätten einwirken müssen."

Auf demselben Wege und durch dieselben Verhältnisse, welche den Arabern die Kenntniß der indischen Algebra zuführten, erhielten diese auch in Persien und am Euphrat die indischen Zahlzeichen im neunten Jahrhundert. Perser waren damals als Zollbediente am Indus angestellt, und der Gebrauch der indischen Zahlen hatte sich allgemein in die Zollämter der Araber im nördlichen Afrika (den Küsten von Sicilien gegenüber) verpflanzt. Dennoch machen die wichtigen und überaus gründlichen historischen Untersuchungen, zu welchen ein ausgezeichneter Mathematiker, Herr Chasles, durch seine richtige Interpretation der sogenannten pythagorischen Tafel in der Geometrie des Boethius veranlaßt worden ist*), es mehr als wahrscheinlich, daß die Christen im Abendlande selbst früher als die Araber mit den indischen Zahlen vertraut waren und daß sie unter dem Namen des Systems des Abacus den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten.

Es ist hier nicht der Ort diesen Gegenstand, welcher mich schon früher (1819 und 1829) in zwei, der Académie des Inscriptions zu Paris und der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlungen beschäftigt hat†), näher zu erläutern; aber bei einem

---

*) Chasles, Aperçu historique des méthodes en Géométrie 1837 p. 464–472; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1839 p. 78, T. IX. 1839 p. 449, T. XVI. 1843 p. 156—173 und 218—248, T. XVII. 1843 p. 143—154.

†) Humboldt über die bei verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, in Crelle's Journal für die reine und angewandte Mathematik Bd. IV. (1829) S. 205—231; vergl. auch mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV, p. 215. „In der einfachen Herzählung der verschiedenen Reihen, welche Völker, denen die indische Positions-Arithmetik unbekannt war, angewandt haben, um die multipla der fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmäligen Entstehung des indischen Systems. Wenn man die Zahl 3568 perpendikular oder horizontal durch Hülfe von Indicatoren ausdrückt, welche den verschiedenen Abtheilungen des Abacus entsprechen (also 3 5 6 8), so erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen (M, C . . .) weggelassen werden können. Unsere indische Zahlen sind aber nichts anderes als jene Indicatoren; sie sind Multiplicatoren der verschiedenen Gruppen. An diese alleinige Bezeichnung durch Indicatoren erinnert auch der alt-asiatische Suanpan (die Rechenmaschine, welche die Mongolen in Rußland eingeführt haben) mit auf einander folgenden Reihen von Schnüren der Tausende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Diese Schnüre würden bei dem eben angeführten numerischen Beispiele 3, 5, 6 und 8 Kugeln darbieten. Im Suanpan ist kein Gruppenzeichen sichtbar; die Gruppenzeichen sind die Stellen selbst, und diese Stellen (Schnüre) werden mit Einheiten (3, 5, 6 und 8), als Multiplicatoren oder Indicatoren, angefüllt. Auf beiden Wegen, dem der figurativen (schreibenden) und dem der palpablen (betastenden) Arithmetik, gelangt man demnach zur Position, zum Stellenwerth, zum einfachen Gebrauch von neun Zahlen. Ist die Schnur leer, so bleibt die Stelle im Schreiben offen; fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progression), so wird graphisch die Leere durch die Hieroglyphen der Leere (shunya, sifron, taliphen) ausgefüllt. In der Methode des Cursus finde ich bei der Gruppe der Myriaden die erste Spur des für den Orient so wichtigen Exponential-, oder vielmehr Indications-Systems, unter den Griechen. Mα, Mβ, MΥ bezeichnen 10000, 20000, 30000. Was hier bei den Myriaden allein angewandt wird, geht bei den Chinesen und den Japanesen, die ihre Cultur von den Chinesen erst 200 Jahre vor unserer Zeitrechnung erhielten, durch alle multipla der Gruppen hindurch. Im Gobar, der arabischen Staubschrift, welche von meinem verewigten Freunde und Lehrer Silvestre de Sacy in einem Manuscript aus der Bibliothek der alten Abtei St. Germain des Prés entdeckt worden ist, sind die Gruppenzeichen Punkte, also Nullen; denn in Indien, Tübet und Persien sind Nullen und Punkte identisch. Man schreibt im Gobar 3· statt 30; 4·· statt 400; 6·· statt 6000. Die indischen Zahlen und die Kenntniß des Stellenwerths muß neuer sein als die Trennung der Inder und der Arier, denn das Zendvolk bediente sich der unbehülflichen Pehlwi-Zahlen. Für eine successive Vervollkommnung der Zahlenbezeichnung in Indien scheinen mir besonders die Tamul-Ziffern zu sprechen, welche durch neun Zeichen der Einheiten und durch besondere Gruppenzeichen für 10, 100 und 1000 alle Werthe mittelst links zugefügter Multiplicatoren ausdrücken. Für eine solche allmälige Vervollkommnung sprechen auch die sonderbaren ἀριθμοὶ ἰνδικοὶ in einem vom Prof. Brandis in der Pariser Bibliothek aufgefundenen und mir gütigst zur Bekanntmachung mitgetheilten Scholion des Mönches Neophytos. Die neun Ziffern des Neophytos sind, außer der 4, ganz den jetzigen persischen ähnlich; aber diese neun Einheiten werden 10fach, 100fach, 1000fach dadurch erhöht, daß man ein oder zwei oder drei Nullzeichen darüberschreibt: gleichsam wie 3 für zwanzig, 4 für vier und zwanzig, also durch Juxtaposition; 5 für fünf hundert, 6 für dreihundert und sechs. Denken wir uns statt der Null bloß Punkte, so haben wir die arabische Staubschrift, Gobar. So wie nach der oftmaligen Aeußerung meines Bruders, Wilhelms von Humboldt, das Sanskrit sehr unbestimmt durch die Benennungen indische und alt-indische Sprache bezeichnet wird, da es auf der indischen Halbinsel mehrere sehr alte, vom Sanskrit gar nicht abstammende Sprachen giebt, so ist auch der Ausdruck: indische, alt-indische Ziffern im allgemeinen sehr unbestimmt; und eine solche Unbestimmtheit bezieht sich sowohl auf die Gestaltung der Zahlzeichen als auf den Geist der Methoden, der sich ausspricht bald durch bloße Beifügung (Juxtaposition) bald durch Coefficienten und Indicatoren, bald durch eigentlichen Stellenwerth. Selbst die

Alchymie, Zauberkunst und mystische Phantasien, durch scholastische Dialektik jeder ästerischen Anmuth entblößt, verunreinigen freilich auch hier, wie überall im Mittelalter, die wahren Resultate der Erforschung; aber unabläſſig selbstarbeitend, mühevoll durch Uebersetzung sich die Früchte früher gebildeter Generationen aneignend, haben die Araber die Naturansichten erweitert und vieles Eigene geschaffen. Man hat mit Recht auf den großen Unterschied*) der Culturverhältnisse aufmerksam gemacht zwischen den einwandernden germanischen und den arabischen Stämmen. Jene bildeten sich erst nach der Einwanderung aus; diese brachten mit sich schon aus der Heimath nicht bloß ihre Religion, auch eine hochausgebildete Sprache, und die zarten Blüthen einer Poesie, welche nicht ganz ohne Einfluß auf die Provencalen und die Minnesänger geblieben ist.

Die Araber besaßen merkwürdige Eigenschaften, um aneignend und vermittelnd zu wirken vom Euphrat bis zum Guadalquivir und bis zu dem Süden von Mittel-Afrika. Sie besaßen eine beispiellose weltgeschichtliche Beweglichkeit, eine Neigung, von dem abstoßenden israelitischen Castengeiste entfernt, sich mit den besiegten Völkern zu verschmelzen und doch trotz des ewigen Bodenwechsels ihrem Nationalcharakter und den traditionellen Erinnerungen an die ursprüngliche Heimath nicht zu entsagen. Beispiele von größeren Landreisen einzelner Individuen, nicht immer des Handels wegen, sondern um Kenntniß einzusammeln, hat kein anderer Volksstamm aufzuweisen; selbst die buddhistischen Priester aus Tübet und China, selbst Marco Polo und die christlichen Missionare, welche zu den Mongolenfürsten gesandt wurden, haben sich nur in engeren Räumen bewegt. Durch die vielen Verbindungen der Araber mit Indien und China (schon am Ende des 7ten Jahrhunderts†) unter dem Chalifat der Ommajaden wurden die Eroberungen bis nach Kaschgar, Kabul und dem Pendschab ausgedehnt) gelangten wichtige Theile des asiatischen Wissens nach Europa. Die scharfsinnigen Forschungen von Reinaud haben gelehrt, wie viel aus arabischen Quellen für die Kenntniß von Indien zu schöpfen ist. Der Einfall der Mongolen in China störte zwar den Verkehr über den Orus‡); aber die Mongolen selbst wurden bald ein vermittelndes Glied für die Araber, welche durch eigene Anschauung und mühevolles Forschen von den Küsten des stillen Meeres bis zu denen West-Afrika's, von den Pyrenäen bis zu des Scherifs Edrisi Sumpflande des Wangarah in Inner-Afrika die Erdkunde aufgeklärt haben. Die Geographie des Ptolemäus wurde nach Fähn schon auf Befehl des Chalifen Mamun zwischen 813 und 833 in das Arabische übersetzt, und es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß bei der Uebersetzung einige nicht auf uns gekommene Fragmente des Marinus Tyrius benutzt werden konnten ‖).

Von der langen Reihe vorzüglicher Geographen, welche die arabische Literatur uns liefert, ist es genug die äußersten Glieder, El-Istachri ¶) und Alhassan (Johannes Leo, der

*) Heinrich Ritter, Geschichte der christlichen Philosophie Th. III. 1844 S. 669—676.

†) Reinaud in drei neueren Schriften, welche beweisen, wie viel neben den chinesischen Quellen noch aus den arabischen und persischen zu schöpfen ist: Fragments arabes et persans inédits relatifs à l'Inde, antérieurement au XIe siècle de l'ère chrétienne, 1845 p. XX—XXXIII; Relation des Voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IXe siècle de notre ère, 1845 T. I. p. XLVI; Mémoire géographique et historique sur l'Inde d'après les écrivains Arabes, Persans et Chinois, antérieurement au milieu du onzième siècle de l'ère chrétienne, 1846 p. 6. Die zweite Schrift des gelehrten Orientalisten Herrn Reinaud ist eine neue Bearbeitung der vom Abbé Renaudot so unvollständig herausgegebenen Anciennes relations des Indes et de la Chine de deux voyageurs Mahométans (1718). Die arabische Handschrift enthält nur Einen Reisebericht, den des Kaufmanns Soleiman, welcher sich auf dem persischen Meerbusen im Jahr 851 einschiffte. Diesem Berichte ist angehängt, was Abu-Zeyd-Hassan aus Siraf im Farsistan, welcher nie nach Indien oder China gereist war, von anderen unterrichteten Kaufleuten erfahren hatte.

‡) Reinaud et Favé du feu grégeois 1845 p. 200.

‖) Ukert über Marinus Tyrius und Ptolemäus, die Geographen, im Rheinischen Museum für Philologie 1839 S. 329—332; Gildemeister de rebus Indicis Pars I. 1838 p. 120; Humboldt, Asie centrale T. II. p. 191.

¶) Die Oriental Geography von Ebn-Haukal, welche Sir William Ouseley im Jahr 1800 zu London herausgegeben hat, ist die des Abu-Isaak el Istachri und, wie Fähn erwiesen (Ibn Foszlan p. IX, XXII und p. 256—263), ein halbes Jahrhundert älter als Ebn-Haukal. Die Carten, welche das Buch der Klimate vom Jahr 920 begleiten und von denen die Bibliothek zu Gotha eine schöne Handschrift besitzt, sind mir sehr nützlich bei meinen Ardeutungen über das caspische Meer und den Aral-See gewesen (Asie centrale T. II. p. 192—196). Wie besitzen zum

finden, wohl nie vermocht haben, die Werke erhabener Dichtung und bildendschaffenden Kunstsinnes ins Leben zu rufen, deren sich in harmonischer Verschmelzung die Blüthezeit unserer europäischen Cultur zu rühmen hat.

VI.

Zeit der oceanischen Entdeckungen. — Eröffnung der westlichen Hemisphäre. — Begebenheiten und Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die oceanischen Entdeckungen vorbereitet haben. — Columbus, Sebastian Cabot und Gama. — Amerika und das stille Meer. — Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendaña und Quiros. — Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten.

Das funfzehnte Jahrhundert gehört zu den seltenen Zeitepochen, in denen alle Geistesbestrebungen einen bestimmten und gemeinsamen Charakter andeuten, die unabänderliche Bewegung nach einem vorgesteckten Ziele offenbaren. Die Einheit dieses Strebens, der Erfolg, welcher es gekrönt, die handelnde Thatkraft ganzer Völkermassen geben dem Zeitalter des Columbus, des Sebastian Cabot und Gama Größe und dauernden Glanz. In der Mitte von zwei verschiedenen Bildungsstufen der Menschheit ist das funfzehnte Jahrhundert gleichsam eine Uebergangsepoche, welche beiden, dem Mittelalter und dem Anfang der neueren Zeit, angehört. Es ist die Epoche der größten Entdeckungen im Raume, solcher, die fast alle Breitengrade und alle Höhen der Erdoberfläche umfassen. Wenn dieselbe für die Bewohner Europa's die Werke der Schöpfung verdoppelt hat, so bot sie zugleich der Intelligenz neue und mächtige Anregungsmittel zur Vervollkommnung der Naturwissenschaften in ihren physischen und mathematischen Theilen dar*).

Wie in Alexanders Heerzügen, aber mit noch überwältigenderer Macht, drängte sich jetzt die Welt der Objecte, in den Einzelformen des Wahrnehmbaren wie in dem Zusammenwirken lebendiger Kräfte, dem combinirenden Geiste auf. Die zerstreuenden Bilder sinnlicher Anschauung wurden, trotz ihrer Fülle und Verschiedenartigkeit, allmälig zu einem concreten Ganzen verschmolzen, die irdische Natur in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt: eine Frucht wirklicher Beobachtung, nicht nach bloßen Ahndungen, die in wechselnden Gestalten der Phantasie vorschweben. Auch das Himmelsgewölbe entfaltete dem noch immer unbewaffneten Auge neue Gebiete, nie gesehene Sternbilder, einzeln kreisende Nebelwolken. Zu keiner andern Zeit (wir haben es bereits oben bemerkt) ist einem Theile des Menschengeschlechts ein größerer Reichthum von Thatsachen, ein größeres Material zur Begründung der vergleichenden physischen Erdbeschreibung dargeboten worden. Niemals haben aber auch Entdeckungen im Raume, in der materiellen Welt, durch Erweiterung des Gesichtskreises, durch Vervielfältigung der Erzeugnisse und Tauschmittel, durch Colonien von einem Umfange, wie man sie nie gekannt, außerordentlichere Veränderungen in den Sitten, in den Zuständen langer Knechtschaft eines Theils der Menschheit und ihres späten Erwachens zu politischer Freiheit hervorgerufen.

Was in jedem einzelnen Zeitpunkte des Völkerlebens einen wichtigen Fortschritt der Intelligenz bezeichnet, hat seine tiefen Wurzeln in der Reihe vorhergehender Jahrhunderte. Es liegt nicht in der Bestimmung des menschlichen Geschlechts, eine Verfinsterung zu erleiden, die gleichmäßig das ganze Geschlecht ergriffe. Ein erhaltendes Princip nährt den ewigen Lebensproceß der fortschreitenden Vernunft. Die Epoche des Columbus erlangte nur deshalb so schnell die Erfüllung ihrer Bestimmungen, weil befruchtende Keime von einer Reihe hochbegabter Männer ausgestreuet worden waren, die wie ein Lichtstreifen durch das ganze Mittelalter, durch finstere Jahrhunderte hindurchgeht. Ein einziges derselben,

*) Vergl. Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. VIII und XIX.

doch iſt die Thiergeſchichte des Avicenna, welche die königliche Bibliothek zu Paris *) beſitzt, von der des Ariſtoteles verſchieden. Als Botaniker iſt Ibn-Baithar aus Malaga †) zu nennen, den man wegen ſeiner Reiſen in Griechenland, Perſien, Indien und Aegypten auch als ein Beiſpiel von dem Streben anſehen kann durch eigene Beobachtungen die Erzeugniſſe verſchiedener Zonen des Morgen- und Abendlandes mit einander zu vergleichen. Der Ausgangspunkt aller dieſer Beſtrebungen war aber immer die Arzneimittelkunde, durch welche die Araber die chriſtlichen Schulen lange beherrſchten und zu deren Ausbildung Ibn-Sina (Avicenna), auf Aſſchena bei Bochara gebürtig, Ibn-Roſchd (Averroes) aus Cordova, der jüngere Serapion aus Syrien und Meſue aus Maridin am Euphrat alles benutzten, was der arabiſche Caravanen- und Seehandel darbieten konnten. Ich nenne abſichtlich weit von einander entfernte Geburtsörter berühmter arabiſcher Gelehrten, weil dieſe Geburtsörter recht lebhaft daran erinnern, wie das Naturwiſſen ſich durch die eigenthümliche Geiſtesrichtung des Stammes über einen großen Erdraum erſtreckte, wie durch gleichzeitige Thätigkeit ſich der Kreis der Anſichten erweitert hatte.

In dieſen Kreis wurde auch das Wiſſen eines älteren Culturvolkes, das der Inder, gezogen, da unter dem Chalifate von Al-Raſchid mehrere wichtige Werke, wahrſcheinlich die unter den halb fabelhaften Namen des Tſcharaka und Susruta ‡) bekannten, aus dem Sanskrit in das Arabiſche überſetzt wurden. Avicenna, ein vielumfaſſender Geiſt, den man oft mit Albert dem Großen verglichen, giebt in ſeiner *Materia medica* ſelbſt einen recht auffallenden Beweis dieſes Einfluſſes indiſcher Literatur. Er kennt, wie der gelehrte Royle bemerkt, die Deodvara-Ceder ‖) der ſchneebedeckten, gewiß im 11ten Jahrhundert von keinem Araber beſuchten Himalaya-Alpen unter ihrem wahren Sanskritnamen und hält ſie für einen hohen Wachholder-Baum, eine Juniperus-Art, welche zu Terpentinöl benutzt wird. Die Söhne von Averroes lebten am Hofe des großen Hohenſtaufen, Friedrich II., der einen Theil ſeiner naturhiſtoriſchen Kenntniß indiſcher Thiere und Pflanzen dem Verkehr mit arabiſchen Gelehrten und ſprachkundigen ſpaniſchen Juden ¶) verdankte. Der Chalife Abdurrahman I. legte ſelbſt einen botaniſchen Garten bei Cordova an **)

---

gend an der Wiſſenſchaft nachgeſtrebt, wenn gleich die Sorgen der Regierung uns von ihr abgezogen haben; wir verwendeten unſere Zeit mit freudigem Ernſte zum Leſen trefflicher Werke, damit die Seele ſich aufhelle und kräftige durch Erwerbungen, ohne welche das Leben des Menſchen der Regel und der Freiheit entbehrt (ut animae clarius vigeat instrumentum in acquisitione scientiae, sine qua mortalium vita non regitur liberaliter). Libros ipsos tamquam praemium amici Caesaris gratulanter accipite, et ipsos antiquis philosophorum operibus, qui vocis vestrae ministerio revivisscunt, aggregantes in auditorio vestro ..... (Vergl. Jourdain p. 169—178 und Friedrichs von Raumer vortreffliche Geſchichte der Hohenſtaufen Bd. III. 1841 S. 413.) Die Araber ſind vermittelnd zwiſchen dem alten und neuen Wiſſen aufgetreten. Ohne ſie und ihre Ueberſetzungsluſt wäre den folgenden Jahrhunderten ein großer Theil von dem verloren gegangen, was die griechiſche Welt geſchaffen oder ſich angeeignet hatte. Nach dieſer Anſicht haben die hier berührten, ſcheinbar blos linguiſtiſchen Verhältniſſe ein allgemeines kosmiſches Intereſſe.

*) Von der Ueberſetzung der Ariſtoteliſchen Historia animalium durch Michael Scotus und von einer ähnlichen Arbeit des Avicenna (Handſchrift der Pariſer Bibliothek No. 6493) handeln Jourdain, Traductions d'Aristote p. 135—138, und Schneider, Adnot. ad Aristotelis de animalibus hist. lib. IX cap. 15.

†) Ueber Ibn-Baithar ſ. Sprengel, Geſch. der Arzneikunde Th. II. (1823) S. 468 und Royle on the Antiquity of Hindoo Medicine p. 28. Eine deutſche Ueberſetzung des Ibn-Baithar beſitzen wir (ſeit 1840) unter dem Titel: Große Zuſammenſtellung über die Kräfte der bekannten einfachen Heil- und Nahrungsmittel. Aus dem Arab. überſ. von J. v. Sontheimer. 2 Bände.

‡) Royle p. 35—65. Susruta, Sohn des Viswamitra, wird nach Wilſon für einen Zeitgenoſſen des Rama ausgegeben. Von ſeinem Werke haben wir eine Sanskrit-Ausgabe (The Sus'ruta, or system of medicine, taught by Dhanwantari, and composed by his disciple Susruta. Ed. by Sri Madhusûdana Gupta. Vol. I. II. Calcutta 1835, 1836) und eine lateiniſche Ueberſetzung: Sus'rutas. A'yurvédas. Id est *Medicinae systema*, a venerabili D'hanvantare demonstratum, a Sus'ruta discipulo compositum. Nunc primum e Sanskrita in Latinum sermonem vertit Franc. Hessler. Erlangae 1844, 1847, 2 Bände.

‖) „Deiudar (deodar) aus dem Geſchlechte der Fichtel (juniperus); auch indiſche Tanne, welche eine ölige Milch, syr deiudar (flüſſigen Terpentin) giebt, ſagt Avicenna.

¶) Spaniſche Juden aus Cordova brachten die Lehren des Avicenna nach Montpellier und trugen am meiſten zur Stiftung dieſer berühmten mediciniſchen Schule bei, die, nach arabiſchen Muſtern gebildet, ſchon im 12te Jahrhundert fällt. (Cuvier, Hist. des sciences naturelles T. I. p. 387.)

**) Ueber die Gartenanlagen in dem Pallaſt von Ruſafah, welchen Abdurrahman Ibn-Moawiyé erbaute, ſ. History of the Mohammedan Dynasties in Spain extracted from Ahmed Ibn Mohammed Al-Makkari by Pascual de Gayangos Vol. I. 1840 p. 298—[illegible]. „En su Huerta plantó el Rey Abdurrahman una palma que era entonces (756) unica, y de ella procedieron todas las que hay en España. La vista del arbol acrecentaba mas que templaba su melancolia.

einem Deutschen, Tyrker, dort aufgefundenen wilden Weintrauben genannt, reizte durch Fruchtbarkeit des Bodens und Milde des Klima's in Vergleich mit Island und Grönland. Durch Leif mit dem Namen des guten Winlands (Vinland it goda) bezeichnet, begriff es das Littoral zwischen Boston und Neu-York: also Theile der jetzigen Staaten Massachusetts, Rhode-Island und Connecticut, zwischen den Breitenparallelen von Civitá vecchia und Terracina, denen aber hier doch nur die mittleren *) Jahres-Temperaturen von 8°,8 und 11°,2 entsprechen. Das war die Hauptansiedelung der Normänner. Die Colonisten hatten oft mit dem recht kriegerischen Stamme der Esquimaux, welcher damals unter dem Namen der Skrälinger viel südlicher verbreitet war, zu kämpfen. Der erste grönländische Bischof, Erik Upsi, ein Isländer, unternahm 1121 eine christliche Missionsfahrt nach Winland; und der Name des colonisirten Landes ist sogar in alten National-Gesängen bei den Eingeborenen der Färöer aufgefunden worden †).

Von der Thätigkeit und dem kühnen Unternehmungsgeiste der isländischen und grönländischen Abenteurer zeigt der Umstand, daß, nachdem sie sich im Süden bis unter 41° ½ Breite angesiedelt, sie an der Ostküste der Baffinsbai unter der Breite von 72° 55′ auf einer der Weiber-Inseln ‡), nordwestlich von der jetzt nördlichsten dänischen Colonie Upernavick, drei Grenzsäulen aufrichteten. Der Runenstein, welchen man im Herbst des Jahres 1824 aufgefunden, enthält nach Rask und Finn Magnusen die Jahrzahl 1135. Von dieser östlichen Küste der Baffinsbai aus besuchten die Ansiedler des Fischfangs wegen sehr regelmäßig den Lancaster-Sund und einen Theil der Barrow-Straße, und zwar mehr denn sechs Jahrhunderte vor den kühnen Unternehmungen von Parry und Roß. Die Localität des Fischfanges ist sehr bestimmt beschrieben, und grönländische Priester aus dem Bisthum Gardar leiteten (1266) die erste Entdeckungsfahrt. Man nannte diese nordwestliche Sommerstation die Krokosfjadar-Heide. Es geschieht schon Erwähnung des angeschwemmten (gewiß sibirischen) Treibholzes, welches man dort sammelte, der vielen Wallfische, Phocken, Wallrosse und Seebären ||).

Ueber den Verkehr des hohen europäischen Nordens, wie über den der Grönländer und Isländer mit dem eigentlichen amerikanischen Continent reichen sichere Nachrichten nur bis in die Mitte des 14ten Jahrhunderts. Noch im Jahr 1347 wurde von Grönland aus ein Schiff nach Markland (Neu-Schottland) gesandt, um Bauholz und andere Bedürfnisse einzusammeln. Auf der Rückreise von Markland wurde das Schiff vom Sturme verschlagen und mußte in Straumfjörd im Westen von Island landen. Dies ist die letzte Nachricht von dem normännischen Amerika, welche uns alt-scandinavische Quellenschriften aufbewahrt haben ¶).

---

*) Diese amerikanischen Jahres-Temperaturen der östlichen Küste unter den Parallelen von 42° 25′ und 41° 43′ entsprechen in Europa den Breiten von Berlin und Paris, also Orten, die 8° bis 10° nördlicher liegen. Dies ist auf der Westküste von Nordamerika die Abnahme der Jahres-Temperatur von niederen zu höheren Breiten so schnell, daß in dem Breiten-Unterschiede von Rom und Philadelphia, welcher 2° 41′ beträgt, 1° Breite in der Jahres-Temperatur eine Wärmeabnahme von fast 2° des hunderttheiligen Thermometers hervorbringt, während in dem System der isothermen Linien von Europa die Abnahme der Jahrestemperatur nach neuern Untersuchungen (Asie centrale T. III. p. 227) für denselben Abstand kaum einen halben Grad ausmacht.

†) S. Carmen Faeröicum, in quo Vinlandiae mentio fit (Rafn, Antiquit. Amer. p. 320 und 332).

‡) Der Runenstein war auf dem höchsten Punkte der Insel Kingikiorsoak gesetzt, „an dem Samstage vor dem Siegestage", d. i. vor dem 21. April, einem heidnischen Hauptfeste der alten Scandinavier, das bei der Annahme des Christenthums in ein christliches Fest verwandelt wurde. Rafn, Antiquit. Amer. p. 347–355. Ueber die Zweifel an den Runenzahlen, welche Brynjulfsen, Mohnike und Klaproth geäußert, s. mein Examen crit. T. II. p. 97—101; doch halten Brynjulfsen und Graah nach anderen Kennzeichen das wichtige Monument der Woman's Islands (wie die zu Igalikko und Egegeit, Br. 60° 51′ und 60° 0′, gefundenen Runenschriften und die Ruinen von Gebäuden bei Upernavick, Br. 72° 50′) bestimmt für dem 11ten und 12ten Jahrhundert angehörig.

||) Rafn, Antiquit. Amer. p. 20, 274 und 415–418 (Wilhelmi über Island, Hvitramannaland, Grönland und Vinland S. 117—121). — Nach einer sehr alten Saga wurde auch 1194 die nördlichste Ostküste von Grönland unter der Benennung Svalbard in einer Gegend besucht, die dem Scoresby-Lande entspricht; nahe dem Punkte, wo mein Freund, der damalige Capitän Sabine seine Pendel-Beobachtungen gemacht und wo ich (73° 16′) ein sehr unfreundliches Vorgebirge besitze; Rafn, Antiquit. Amer. p. 303 und Aperçu de l'ancienne Géographie des régions arctiques de l'Amérique 1847 p. 6.

¶) Wilhelmi a. a. O. S. 226; Rafn, Antiquit. Amer. p. 264 und 253. Die Niederlassungen auf der

Wir sind bisher sorgfältig auf historischem Boden geblieben. Durch die kritischen, nicht genug zu lobenden Bemühungen von Christian Rafn und der königlichen Gesellschaft für nordische Alterthumskunde in Kopenhagen sind die Sagas und Urkunden über die Fahrten der Normänner nach Helluland (Neufundland), nach Markland (der Mündung des St. Lorenz-Flusses mit Nova Scotia) und nach Winland (Massachusetts) einzeln abgedruckt und befriedigend commentirt worden*). Die Länge der Fahrt, die Richtung, in der man gesegelt, die Zeit des Aufganges und Unterganges der Sonne sind genau angegeben.

Geringere Gewißheit gewähren noch die Spuren, die man von einer früheren irischen Entdeckung von Amerika, vor dem Jahre 1000, glaubt gefunden zu haben. Die Strälinger erzählten den in Winland angesiedelten Normännern: weiter in Süden jenseit der Chesapeak-Bai wohnten „weiße Menschen, die in langen weißen Kleidern einhergingen, Stangen, an welche Tücher geheftet seien, vor sich her trügen und mit lauter Stimme riefen." Diese Erzählung wurde von den christlichen Normännern auf Processionen gedeutet, in denen man Fahnen trug und sang. In den ältesten Sagas, in den geschichtlichen Erzählungen von Thorfinn Karlsefne und dem isländischen Landnama-Buche sind diese südlichen Küsten zwischen Virginien und Florida durch den Namen des Weißmännerlandes bezeichnet. Sie werden darin bestimmt Groß-Irland (Irland it mikla) genannt, und es wird behauptet, sie seien von den Iren bevölkert worden. Nach Zeugnissen, die bis 1064 hinaufreichen, wurde, ehe noch Leif Winland entdeckte, wahrscheinlich schon um das Jahr 982, Ari Marsson, aus dem mächtigen isländischen Geschlechte Ulf's des Schielers, auf einer Fahrt von Island gegen Süden durch Sturm an die Küste des Weißmännerlandes verschlagen, in demselben als Christ getauft und, da man ihm nicht erlaubte sich zu entfernen, dort von Männern aus den Orkney-Inseln und Island erkannt†).

Die Meinung einiger nordischen Alterthumsforscher ist nun, daß, da in den ältesten isländischen Documenten die ersten Bewohner der Insel „über das Meer gekommene Westmänner" genannt werden (Ankömmlinge, die sich in Papyli an der Südostküste und auf dem nahe gelegenen kleinen Papar-Eilande niedergelassen), Island zuerst nicht unmittelbar von Europa, sondern von Virginien und Carolina her, d. i. aus Groß-Irland (dem amerikanischen Weißmännerlande), von nach Amerika früh verpflanzten Iren bevölkert worden sei. Die wichtige Schrift des irländischen Mönches Dicuil, de Mensura Orbis Terrae, welche um das Jahr 825 verfaßt wurde, also 38 Jahr früher als die Normänner durch Naddod Kenntniß von Island erhielten, bestätigt aber nicht diese Meinung.

Im Norden von Europa haben christliche Anachoreten, im Inneren Asiens fromme

---

Westküste von Grönland, welche sich bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts eines sehr blühenden Zustandes erfreuten, fanden allmälig ihren Untergang durch die verderbliche Einwirkung von Handels-Monopolen; durch die Einfälle der Esquimaux (Skrälinger); durch den schwarzen Tod, welcher nach Hecker besonders während der Jahre 1347 bis 1351 den Norden entvölkerte; auch durch den Anfall einer feindlichen Flotte, deren Ausgangspunkt unbekannt geblieben ist. Heutiges Tages glaubt man nicht mehr an die meteorologische Mythe von einer plötzlichen Veränderung des Klima's, von der Bildung eines Eisdammes, welcher die gänzliche Trennung der in Grönland angesiedelten Colonien von ihrem Mutterlande auf einmal soll zur Folge gehabt haben. Da diese Colonien sich nur in der gemäßigten Gegend der Westküste von Grönland befunden haben, so kann ein Bischof von Skalholt nicht im Jahr 1540 auf der Ostküste jenseits der Eismauer „Schäfer gesehen haben, welche ihre Heerden weideten." Die Anhäufung der Eismassen an der Island gegenüberliegenden östlichen Küste hängt von der Gestaltung des Landes, der Nachbarschaft einer der Richtung der Küste parallelen, mit Gletschern versehenen Bergkette und der Richtung des Meeresstromes ab. Dieser Zustand der Dinge schreibt sich nicht von dem Schlusse des 14ten Jahrhunderts oder dem Anfang des 15ten her. Er ist, wie Sir John Barrow sehr richtig entwickelt hat, vielen zufälligen Veränderungen, besonders in den Jahren 1815—1817, ausgesetzt gewesen. (S. Barrow, Voyages of discovery within the Arctic Regions 1846 p. 2—6.) — Papst Nicolaus V. hat noch 1448 einen grönländischen Bischof ernannt.

*) Hauptquellen sind die geschichtlichen Erzählungen von Erik dem Rothen, Thorfinn Karlsefne und Snorre Thorbrandsson: wahrscheinlich in Grönland selbst und schon im 12ten Jahrhundert niedergeschrieben, zum Theil von Abkömmlingen in Winland geborener Ansiedler; Rafn, Antiquit. Amer. p. VII. XIV und XVI. Die Sorgfalt, mit welcher die Geschlechtstafeln gehalten sind, war so groß, daß man die des Thorfinn Karlsefne, dessen Sohn Snorre Thorbrandsson in Amerika geboren war, von 1007 bis zu 1811 herabgeführt hat.

†) Hvitramannaland, das Land der weißen Männer. Vergl. die Urkunden in Rafn, Antiquit. Amer. p. 203—206, 211, 446—451 und Wilderm über Island, Hvitramannaland u. s. w. S. 75—81.

genden des tropischen Amerika (Cumana, Coro, Payta) haben eine noch durchsichtigere Luft als Aegypten, Arabien und Bochara! Das tropische Klima, die ewige Heiterkeit des in Sternen und Nebelflecken prangenden Himmelsgewölbes wirken überall auf das Gemüth; doch folgereich, d. h. zu Ideen führend, zur Arbeit des Menschengeistes in Entwickelung mathematischer Gedanken, regen sie nur da an, wo andere, vom Klima ganz unabhängige, innere und äußere Antriebe einen Völkerstamm bewegen, wo z. B. die genaue Zeiteintheilung zur Befriedigung religiöser oder agronomischer Bedürfnisse eine Nothwendigkeit des geselligen Zustandes wird. Bei rechnenden Handelsvölkern (Phöniciern), bei construirenden, baulustigen, feldmessenden Nationen (Chaldäern und Aegyptern) werden früh empirische Regeln der Arithmetik und der Geometrie aufgefunden; aber alles dies kann nur die Entstehung mathematischer und astronomischer Wissenschaft vorbereiten. Erst bei höherer Cultur wird gesetzliche Regelmäßigkeit der Veränderungen am Himmel in den irdischen Erscheinungen wie reflectirt erkannt, auch in letzteren, laut dem Ausspruch unseres großen Dichters, nach dem „ruhenden Pole" geforscht. Die Ueberzeugung von dem Gesetzmäßigen in der Planetenbewegung hat unter allen Klimaten am meisten dazu beigetragen in dem wogenden Luftmeere, in den Oscillationen des Oceans, in dem periodischen Gange der Magnetnadel, in der Vertheilung des Organismus auf der Erdfläche Gesetz und Ordnung zu suchen.

Die Araber erhielten indische Planetentafeln*) schon am Ende des achten Jahrhunderts. Wir haben bereits oben erinnert, daß der Susruta, der uralte Inbegriff aller medicinischen Kenntnisse der Inder, von Gelehrten übersetzt wurde, welche zu dem Hofe des Chalifen Harun Al-Raschid gehörten: ein Beweis, wie sehr die Sanskrit-Literatur früh Eingang gefunden hatte. Der arabische Mathematiker Albyruni ging selbst nach Indien, um dort Astronomie zu studiren. Seine Schriften, die erst neuerlichst zugänglich geworden sind, beweisen, wie genau er das Land, die Traditionen und das vielumfassende Wissen der Inder kannte †).

Aber die arabischen Astronomen, so viel sie den früher civilisirten Völkern, vorzüglich den indischen und alexandrinischen Schulen, verdankten, haben doch auch, bei ihrem eigenthümlichen praktischen Sinne, durch die große Zahl und die Richtung ihrer Beobachtungen, durch die Vervollkommnung der winkelmessenden Instrumente, durch das eifrigste Bestreben, die älteren Tafeln bei sorgfältiger Vergleichung mit dem Himmel zu verbessern, das Gebiet der Astronomie ansehnlich erweitert. In dem siebenten Buche von dem Almageſt des Abul-Wefa hat Sédillot die wichtige Störung der Länge des Mondes erkannt, welche in den Syzygien und Quadraturen verschwindet, ihren größten Werth in den Octanten hat, und bisher unter dem Namen der Variation lange für Tycho's Entdeckung gehalten wurde ‡). Die Beobachtungen von Ebn-Junis in Cairo sind für die Störungen und seculären Bahnänderungen der beiden größten Planeten, Jupiter und Saturn, besonders wichtig geworden ||). Eine Gradmessung, welche der Chalif Al-Mamun in der großen Ebene

*) Ueber die indischen Tafeln, welche Alphazari und Alkoresmi ins Arabische übersetzt haben, s. Chasles, Recherches sur l'Astronomie indienne in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 846—850. Die Substitution der Sinus für die Bögen, welche man gewöhnlich dem Albategnius im Anfang des zehnten Jahrhunderts zuschreibt, gehört ursprünglich auch den Indern; Sinustafeln finden sich schon in dem Surya-Siddhanta.

†) Reinaud, Fragments arabes relatifs a l'Inde p. XII—XVII, 96—126, und besonders 135—160. Albyruni's eigentlicher Name war Abul-Ryhan. Er war gebürtig aus Borun im Indus-Thale, war ein Freund des Avicenna und lebte mit ihm in der arabischen Akademie, die sich im Charezm gebildet hatte. Sein Aufenthalt in Indien wie die Abfassung seiner Geschichte von Indien (Tarikhi-Hind), aus welcher Reinaud die merkwürdigsten Bruchstücke bekannt gemacht, fallen in die Jahre 1030—1032.

‡) Sédillot, Matériaux pour servir a l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux T. I. p. 50—89; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. II. 1836 p. 202, T. XVII. 1843 p. 163—173, T. XX. 1845 p. 1308. Gegen diese Meinung behauptet Herr Biot, daß die schöne Entdeckung des Tycho dem Abul-Wefa keineswegs gehöre, daß dieser nicht die variation, sondern nur den zweiten Theil der évection gekannt habe; s. Journal des Savants 1843 p. 513—532, 609—626, 719—737; 1845 p. 146—166, und Comptes rendus T. XX. 1845 p. 1319—1323.

||) Laplace, Expos. du Système du Monde note V p. 407.

von Sindschar zwischen Tadmor und Rakka durch Beobachter ausführen ließ, deren Namen uns Ebn-Junis erhalten hat, ist minder wichtig durch ihr Resultat als durch das Zeugniß geworden, das sie uns von der wissenschaftlichen Bildung des arabischen Menschenstammes gewährt.

Als der Abglanz einer solchen Bildung müssen betrachtet werden: im Westen, im christlichen Spanien, der astronomische Congreß zu Toledo unter Alfons von Castilien, auf dem der Rabbiner Isaac Ebn Sid Hazan die Hauptrolle spielte; im fernen Osten die von Ilschan Holagu, dem Enkel des Weltstürmers Dschingischan, auf einem Berge bei Meragha mit vielen Instrumenten ausgerüstete Sternwarte, in welcher Naßir-Eddin aus Tus in Chorasan seine Beobachtungen anstellte. Diese Einzelheiten verdienen in der Geschichte der Weltanschauung in so fern Erwähnung, als sie lebhaft daran erinnern, wie die Erscheinung der Araber vermittelnd in weiten Räumen auf Verbreitung des Wissens und Anhäufung der numerischen Resultate gewirkt hat: Resultate, die in der großen Epoche von Kepler und Tycho wesentlich zur Begründung der theoretischen Sternkunde und einer richtigen Ansicht von den Bewegungen im Himmelsraume beigetragen haben. Das Licht, welches in dem von tartarischen Völkern bewohnten Asien angezündet war, verbreitete sich im 15ten Jahrhundert weiter in Westen bis Samarkand, wo der Timuride Ulugh Beig neben der Sternwarte ein Gymnasium nach Art des alexandrinischen Museums stiftete und einen Sterncatalog anfertigen ließ, der sich ganz auf neue und eigene Beobachtungen gründete *).

Nach dem Lobe, welches hier dem Naturwissen der Araber in beiden Sphären, der Erdräume und des Himmels, gezollt worden ist, haben wir auch an das zu erinnern, was sie, auf den einsamen Wegen der Gedankenentwickelung, dem Schatze des reinen mathematischen Wissens hinzufügten. Nach den neuesten Arbeiten, welche in England, Frankreich und Deutschland †) über die Geschichte der Mathematik unternommen worden sind, ist die Algebra der Araber „wie aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen, einem indischen und einem griechischen, ursprünglich entstanden." Das Compendium der Algebra, welches auf Befehl des Chalifen Al-Mamun der arabische Mathematiker Mohammed Ben-Musa (der Chowarezmier) verfaßte, gründet sich, wie mein so früh dahingeschiedener gelehrter Freund Friedrich Rosen erwiesen hat ‡), nicht auf Diophantus, sondern auf indisches Wissen; ja schon unter Almansor am Ende des achten Jahrhunderts waren indische Astronomen an den glänzenden Hof der Abbassiden berufen. Diophantus wurde nach Casiri und Colebrooke erst gegen das Ende des zehnten Jahrhunderts von Abul-Wefa Buzjani ins Arabische übersetzt. Was bei den alten indischen Algebristen soll vermißt werden, die von Satz zu Satz fortschreitende Begründung des Erlangten, hatten die Araber der alexandrinischen Schule zu verdanken. Ein so schönes von ihnen vermehrtes Erbtheil ging im zwölften Jahrhunderte durch Johannes Hispalensis und Gerhard von Cremona in die europäische Literatur des Mittelalters über ||). „In den algebraischen Werken der Inder findet sich die allgemeine Lösung der unbestimmten Gleichungen des ersten Grades und eine weiter ausgebildete Behandlung derer des zweiten, als in den auf uns gekom-

*) Ueber die Sternwarte von Meragha s. Delambre, Histoire de l'Astronomie du moyen âge p. 198–203, und Am. Sédillot, Mém. sur les Instr. arabes 1841 p. 201—205, wo der Gnomon mit cirkelrunder Oeffnung beschrieben wird; über das Eigenthümliche des Sterncatalogs von Ulugh Beig s. J. J. Sédillot, Traité des Instruments astronomiques des Arabes 1834 p. 4.

†) Colebrooke, Algebra with Arithmetic and Mensuration, from the Sanscrit of Brahmegupta and Bhascara, Lond. 1817; Chasles, Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie 1837 p. 416—502; Nesselmann, Versuch einer kritischen Geschichte der Algebra. Th. I. S. 30—61, 273—276, 302—306.

‡) Algebra of Mohammed ben Musa, edited and translated by F. Rosen, 1831 p. VIII, 72 und 193—199. Auch nach China verbreiteten sich gegen das Jahr 720 die mathematischen Kenntnisse der Inder: aber zu einer Zeit, wo schon viele Araber in Canton und in anderen chinesischen Städten angesiedelt waren; Reinaud, Relation des voyages faits par les Arabes dans l'Inde et a la Chine T. I. p. CIX, T. II. p. 34.

||) Chasles, Histoire de l'Algèbre in den Comptes rendus T. XIII. 1841 p. 497—524, 601—628; vergl. auch Libri eben daselbst p. 559—563.

nenen Schriften der Alexandriner; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß, wären die Werke der Inder zwei Jahrhunderte früher und nicht erst in unseren Tagen den Europäern ekannt geworden, sie auf die Entwickelung der modernen Analysis fördernd hätten einwirken müssen."

Auf demselben Wege und durch dieselben Verhältnisse, welche den Arabern die Kenntniß er indischen Algebra zuführten, erhielten diese auch in Persien und am Euphrat die inischen Zahlzeichen im neunten Jahrhundert. Perser waren damals als Zollbediente am ndus angestellt, und der Gebrauch der indischen Zahlen hatte sich allgemein in die Zollmter der Araber im nördlichen Afrika (den Küsten von Sicilien gegenüber) verpflanzt. Dennoch machen die wichtigen und überaus gründlichen historischen Untersuchungen, zu elchen ein ausgezeichneter Mathematiker, Herr Chasles, durch seine richtige Interpretaon der sogenannten pythagorischen Tafel in der Geometrie des Boethius veranlaßt worn ist*), es mehr als wahrscheinlich, daß die Christen im Abendlande selbst früher als die Araber mit den indischen Zahlen vertraut waren und daß sie unter dem Namen des Systems des Abacus den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten.

Es ist hier nicht der Ort diesen Gegenstand, welcher mich schon früher (1819 und 1829) in zwei, der Académie des Inscriptions zu Paris und der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlungen beschäftigt hat†), näher zu erläutern; aber bei einem

*) Chasles, Aperçu historique des méthodes en Géométrie 1837 p. 464–472; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1839 p. 18, T. IX, 1839 p. 449, T. XVI. 1843 p. 156—173 und 218—246, T. XVII. 1843 p. 143—154.

†) Humboldt über die bei verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, in Crelle's Journal für die reine und angewandte Mathematik Bd. IV. (1829) S. 205—231; vergl. auch mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV, p. 73. „In der einfachen Herzählung der verschiedenen Methoden, welche Völker, denen die indische Positionsarithmetik unbekannt war, angewandt haben, um die Multipla der Fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmäligen Entstehung des indischen Systems. Wenn man die Zahl 3568 perdicular oder horizontal durch Hülfe von Indicatoren ausdrückt, welche den verschiedenen Abtheilungen des Abacus entsprechen (also $\overset{3}{\mathrm{M}}\ \overset{5}{\mathrm{C}}\ \overset{6}{\mathrm{X}}\ \overset{8}{\mathrm{I}}$), so erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen (M, C . . .) weggelassen werden können. Unsere indische Zahlen sind hier nichts anderes als jene Indicatoren; sie sind Multiplicatoren der verschiedenen Gruppen. An diese alleinige Bezeichnung durch Indicatoren erinnert auch der alt-asiatische Suanpan (die Rechenmaschine, welche die Mongolen Rußland eingeführt haben) mit auf einander folgenden Reihen von Schnüren der Tausende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Diese Schnüre würden bei dem eben angeführten numerischen Beispiele 3, 5, 6 und 8 Kugeln enthalten; im Suanpan ist kein Gruppenzeichen nöthig; die Gruppenzeichen sind die Stellen selbst, und die Stellen (Schnüre) werden mit Einheiten (3, 5, 6 und 8), als Multiplicatoren oder Indicatoren, angewandt. Auf beiden Wegen, dem der figurativen (schreibenden) und dem der palpablen (betastenden) Arithmetik, gelangt man unmittelbar zur Position, zum Stellenwerth, zum einfachen Gebrauch von neun Zahlen. Ist die Schnur leer, so bleibt die Stelle im Schreiben leer; fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progression), so wird graphisch die Leere durch die Hieroglyphen der Leere (sunya, sifron, tsiphra) ausgefüllt. In der Methode des Eutocius finde ich bei der Gruppe der Myriaden die erste Spur des für den Orient so wichtigen Exponential-, oder vielmehr Indications-Systems, unter den Griechen. $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$ bezeichnen 10000, 20000, 30000. Was hier bei den Myriaden allein angewandt wird, geht bei den Chinesen und den Japanesen, die ihre Cultur von den Chinesen erst 200 Jahre vor unserer Zeitrechnung erhielten, durch alle multipla der Gruppen hindurch. Im Gobar, der arabischen Staubschrift, welche von meinem verewigten Freunde und Lehrer Silvestre de Sacy in einem Manuscript aus der Bibliothek der alten Abtei St. Germain des Prés entdeckt worden ist, sind die Gruppenzeichen Punkte, also Nullen; denn in Indien, Tübet und Persien sind Nullen und Punkte identisch. Man schreibt im Gobar 3· statt 30; 4·· statt 400; 6·· statt 6000. Die indischen Zahlen und die Kenntniß des Stellenwerths muß neuer sein als die Trennung der Inder und der Arier, denn das Zendvolk bediente sich der unbehülflichen Pehlwi-Zahlen. Für eine successive Vervollkommnung der Zahlendezeichnung in Indien scheinen mir besonders die Tamul-Ziffern zu sprechen, welche durch neun Zeichen der Einheiten und durch besondere Gruppenzeichen für 10, 100 und 1000 alle Werthe mittelst links zugefügter Multiplicatoren ausdrücken. Für eine solche allmälige Vervollkommnung sprechen auch die sonderbaren ἀριθμοὶ ἐνδικοὶ in einem vom Prof. Brandis in der Pariser Bibliothek aufgefundenen und mir gütigst zur Bekanntmachung mitgetheilten Scholion des Mönches Neophytos. Die neun Ziffern des Neophytos sind, außer der 4, ganz den jetzigen persischen ähnlich; aber diese neun Einheiten werden 10fach, 100fach, 1000fach dadurch erhöht, daß man ein oder zwei oder drei Nullzeichen darüberschreibt: gleichsam wie ȝ für zwanzig, ¼ für vier und zwanzig, also durch Juxtaposition; ⅝ für fünf hundert, ⅜ für dreihundert und sechs. Denken wir uns statt der Null bloß Punkte, so haben wir die arabische Staubschrift, Gobar. So wie nach der oftmaligen Aeußerung meines Bruders, Wilhelms von Humboldt, das Sanskrit sehr unbestimmt durch die Benennungen indische und alt-indische Sprache bezeichnet wird, da es auf der indischen Halbinsel mehrere sehr alte, vom Sanskrit gar nicht abstammende Sprachen giebt, so ist auch der Ausdruck: indische, alt-indische Ziffern im allgemeinen sehr unbestimmt; und eine solche Unbestimmtheit bezieht sich sowohl auf die Gestaltung der Zahlzeichen als auf den Geist der Methoden, der sich ausspricht bald durch bloße Beifügung (Juxtaposition) bald durch Coefficienten und Indicatoren, bald durch eigentlichen Stellenwerth. Selbst die

hiſtoriſchen Probleme, über das noch viel zu entdecken übrig iſt, entſteht die Frage: ob auch der Stellenwerth, der ſinnreiche Kunſtgriff der Poſition, welcher ſchon im tuſciſchen Abacus wie im Suanpan von Inner-Aſien hervortritt, zweimal abgeſondert, im Orient und Occident, erfunden worden iſt; oder ob durch die Richtung des Welthandels unter den Lagiden das Syſtem des Stellenwerthes von der indiſchen weſtlichen Halbinſel aus nach Alexandrien verpflanzt und in der Erneuerung der Träumereien der Pythagoreer für eine Erfindung des erſten Stifters des Bundes ausgegeben worden iſt. An die bloße Möglichkeit uralter, uns völlig unbekannter Verbindungen vor der 60ten Olympiade iſt wohl nicht zu erinnern. Warum ſollten in dem Gefühl ähnlicher Bedürfniſſe dieſelben Ideenverbindungen ſich nicht bei hochbegabten Völkern verſchiedenen Stammes abgeſondert dargeboten haben?

Wie nun die Algebra der Araber durch das, was dies morgenländiſche Volk von Griechen und Indern aufgenommen und ſelbſt geſchaffen, trotz einer großen Dürftigkeit in der ſymboliſchen Bezeichnung, wohlthätig auf die glänzende Periode der italiäniſchen Mathematiker des Mittelalters gewirkt hat, ſo bleibt auch den Arabern das Verdienſt, von Bagdad bis Cordova durch ihre Schriften und ihren ausgebreiteten Handelsverkehr den Gebrauch des indiſchen Zahlenſyſtems beſchleunigt zu haben. Beide Wirkungen, die gleichzeitige Verbreitung der Wiſſenſchaft und der numeriſchen Zeichen mit Stellenwerth, haben verſchiedenartig, aber mächtig, die Fortſchritte des mathematiſchen Theils des Naturwiſſens befördert, den Zugang zu entlegenen Regionen in der Aſtronomie, in der Optik, in der phyſiſchen Erdkunde, in der Wärmelehre, in der Theorie des Magnetismus erleichtert, welche ohne jene Hülfsmittel uneröffnet geblieben wären.

Man hat mehrmals in der Völkergeſchichte die Frage aufgeworfen, welche Folge die Weltbegebenheiten würden gehabt haben, wenn Carthago Rom beſiegt und das europäiſche Abendland beherrſcht hätte. „Man kann mit gleichem Rechte fragen," ſagt Wilhelm von Humboldt *), „in welchem Zuſtande ſich unſere heutige Cultur befinden würde, wenn die Araber, wie ſie es eine lange Zeit hindurch waren, im alleinigen Beſitz der Wiſſenſchaft geblieben wären und ſich über das Abendland dauernd verbreitet hätten? Ein weniger günſtiger Erfolg ſcheint mir in beiden Fällen nicht zweifelhaft. Derſelben Urſache, welche die römiſche Weltherrſchaft hervorbrachte, dem römiſchen Geiſt und Charakter, nicht äußeren, mehr zufälligen Schickſalen, verdanken wir den Einfluß der Römer auf unſere bürgerlichen Einrichtungen, auf unſere Geſetze, Sprache und Cultur. Durch dieſen wohlthätigen Einfluß und durch innere Stammverwandtſchaft wurden wir für griechiſchen Geiſt und griechiſche Sprache empfänglich, da die Araber vorzugsweiſe nur an den wiſſenſchaftlichen Reſultaten griechiſcher Forſchung (den naturbeſchreibenden, phyſiſchen, aſtronomiſchen, rein mathematiſchen) hingen." Die Araber haben, bei ſorgſamer Bewahrung der reinſten heimiſchen Mundart und des Scharfſinnes ihrer bildlichen Reden, den Ausdruck der Gefühle und edeln Weisheitsſprüchen allerdings die Anmuth dichteriſcher Färbung zu geben gewußt; aber ſie würden, nach dem zu urtheilen, was ſie unter den Abbaſſiden waren, auch auf der Grundlage deſſelben Alterthums, mit dem wir ſie vertraut

---

Exiſtenz eines Nullzeichens iſt, wie das Scholion des Neophytos beweiſt, in indiſchen Ziffern noch kein nothwendiges Bedingniß des einfachen Stellenwerthes. Die tamul-ſprechenden Inder haben von ihrem Alphabet ſcheinbar abweichende Zahlzeichen, von denen die 2 und die 8 eine ſchwache Aehnlichkeit mit den Devanagari-Ziffern von 2 und 5 haben (Rob. Anderſon, Rudiments of Tamul grammar 1821 p. 135); und doch beweiſt eine genaue Vergleichung, daß die tamuliſchen Ziffern von der alphabetiſchen Tamulſchrift abgeleitet ſind. Noch verſchiedener von den Devanagari-Ziffern ſind nach Carey die cingaleſiſchen. In dieſen nun und in den tamuliſchen findet man keinen Stellenwerth und kein Nullzeichen, ſondern Hieroglyphen für die Gruppen von Zehnern, Hunderten und Tauſenden. Die Cingaleſen operiren wie die Römer durch Juxtapoſition, die Tamulen durch Coefficienten. Das wirkliche Nullzeichen als etwas Fehlendes wendet Ptolemäus ſowohl im Almageſt als in ſeiner Geographie in der abwärts ſteigenden Scala für fehlende Grade und Minuten an. Das Nullzeichen iſt demnach im Occident weit älter als der Einbruch der Araber." (S. meine oben angeführte und in Crelle's mathematiſchem Journale abgedruckte Abhandlung S. 215, 219, 223 und 227.)

*) Wilh. v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. CCLXII. Vergl. auch die treffliche Schilderung der Araber in Herder's Ideen zur Geſch. der Menſchheit Buch XIX, 4 und 5.

nden, wohl nie vermocht haben, die Werke erhabener Dichtung und bildendschaffenden unstsinnes ins Leben zu rufen, deren sich in harmonischer Verschmelzung die Blüthezeit nserer europäischen Cultur zu rühmen hat.

VI.

eit der oceanischen Entdeckungen. — Eröffnung der westlichen Hemisphäre. — Begebenheiten und rweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die oceanischen Entdeckungen vorbereitet haben. - Columbus, Sebastian Cabot und Gama. — Amerika und das stille Meer. — Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendaña und Quiros. — Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten.

Das funfzehnte Jahrhundert gehört zu den seltenen Zeitepochen, in denen alle Geistesrestrebungen einen bestimmten und gemeinsamen Charakter andeuten, die unabänderliche Bewegung nach einem vorgesteckten Ziele offenbaren. Die Einheit dieses Strebens, der Erfolg, welcher es gekrönt, die handelnde Thatkraft ganzer Völkermassen geben dem Zeitalter des Columbus, des Sebastian Cabot und Gama Größe und dauernden Glanz. In der Mitte von zwei verschiedenen Bildungsstufen der Menschheit ist das funfzehnte Jahrhundert gleichsam eine Uebergangsepoche, welche beiden, dem Mittelalter und dem Anfang der neueren Zeit, angehört. Es ist die Epoche der größten Entdeckungen im Raume, solcher, die fast alle Breitengrade und alle Höhen der Erdoberfläche umfassen. Wenn dieselbe für die Bewohner Europa's die Werke der Schöpfung verdoppelt hat, so bot sie zugleich der Intelligenz neue und mächtige Anregungsmittel zur Vervollkommnung der Naturwissenschaften in ihren physischen und mathematischen Theilen dar*).

Wie in Alexanders Heerzügen, aber mit noch überwältigenderer Macht, drängte sich jetzt die Welt der Objecte, in den Einzelformen des Wahrnehmbaren wie in dem Zusammenwirken lebendiger Kräfte, dem combinirenden Geiste auf. Die zerstreuenden Bilder sinnlicher Anschauung wurden, trotz ihrer Fülle und Verschiedenartigkeit, allmälig zu einem concreten Ganzen verschmolzen, die irdische Natur in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt: eine Frucht wirklicher Beobachtung, nicht nach bloßen Ahndungen, die in wechselnden Gestalten der Phantasie vorschweben. Auch das Himmelsgewölbe entfaltete dem noch immer unbewaffneten Auge neue Gebiete, nie gesehene Sternbilder, einzeln kreisende Nebelwolken. Zu keiner andern Zeit (wir haben es bereits oben bemerkt) ist einem Theile des Menschengeschlechts ein größerer Reichthum von Thatsachen, ein größeres Material zur Begründung der vergleichenden physischen Erdbeschreibung dargeboten worden. Niemals haben aber auch Entdeckungen im Raume, in der materiellen Welt, durch Erweiterung des Gesichtskreises, durch Vervielfältigung der Erzeugnisse und Tauschmittel, durch Colonien von einem Umfange, wie man sie nie gekannt, außerordentlichere Veränderungen in den Sitten, in den Zuständen langer Knechtschaft eines Theils der Menschheit und ihres späten Erwachens zu politischer Freiheit hervorgerufen.

Was in jedem einzelnen Zeitpunkte des Völkerlebens einen wichtigen Fortschritt der Intelligenz bezeichnet, hat seine tiefen Wurzeln in der Reihe vorhergehender Jahrhunderte. Es liegt nicht in der Bestimmung des menschlichen Geschlechts, eine Verfinsterung zu erleiden, die gleichmäßig das ganze Geschlecht ergriffe. Ein erhaltendes Princip nährt den ewigen Lebensproceß der fortschreitenden Vernunft. Die Epoche des Columbus erlangte nur deshalb so schnell die Erfüllung ihrer Bestimmungen, weil befruchtende Keime von einer Reihe hochbegabter Männer ausgestreuet worden waren, die wie ein Lichtstreifen durch das ganze Mittelalter, durch finstere Jahrhunderte hindurchgeht. Ein einziges derselben,

*) Vergl. Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. VIII und XIX.

das dreizehnte, zeigt uns Roger Baco, Nicolaus Scotus, Albert den Großen, Vincentius von Beauvais. Die erweckte Geistesthätigkeit trug bald ihre Früchte in Erweiterung der Erdkunde. Als Diego Ribero im Jahr 1525 von dem geographisch-astronomischen Congreß zurückkam, welcher an der Puente de Caya nahe bei Yelves zur Schlichtung der Streitigkeiten über die Grenze zweier Weltreiche, der portugiesischen und der spanischen Monarchie, gehalten wurde, waren schon die Umrisse des Neuen Continents von dem Feuerlande bis an die Küsten von Labrador verzeichnet. Auf der westlichen Seite, Asien gegenüber, waren die Fortschritte natürlich langsamer. Doch war Rodriguez Cabrillo 1543 schon nördlicher als Monterey vorgedrungen; und wenn auch dieser große und kühne Seefahrer seinen Tod in dem Canal von Santa Barbara bei Neu-Californien fand, so führte der Steuermann der Expedition, Bartholomäus Ferreto, doch die Expedition bis 43° der Breite, wo Vancouver's Vorgebirge Orford liegt. Die wetteifernde Thätigkeit der Spanier, Engländer und Portugiesen, auf einen und denselben Gegenstand gerichtet, war damals so groß, daß ein halbes Jahrhundert genügte, um die äußere Gestaltung der Ländermasse in der westlichen Halbkugel, d. h. die Hauptrichtung ihrer Küsten, zu bestimmen.

Wenn die Bekanntschaft der Völker Europa's mit dem westlichen Theile des Erdballes der Hauptgegenstand ist, welchem wir diesen Abschnitt widmen und um welchen sich als folgenreichste Begebenheit so viele Verhältnisse der richtigeren und großartigeren Weltansicht gruppiren, so muß die unbestreitbar erste Entdeckung von Amerika in seinen nördlichen Theilen durch die Normänner von der Wiederauffindung desselben Continents in seinen tropischen Theilen streng geschieden werden. Als noch das Chalifat in Bagdad unter den Abbassiden blühete, wie in Persien die der Poesie so günstige Herrschaft der Samaniden, wurde Amerika um das Jahr 1000 von Leif, dem Sohne Erik's des Rothen, vom Norden her bis zu 41° ½ nördlicher Breite entdeckt*). Der erste, aber zufällige Anstoß zu dieser Begebenheit kam aus Norwegen. Naddod war in der zweiten Hälfte des neunten Jahrhunderts, da er nach den schon früher von den Irländern besuchten Färöern hatte schiffen wollen, durch Sturm nach Island verschlagen. Die erste normännische Ansiedelung daselbst geschah (875) durch Ingolf. Grönland, die östliche Halbinsel einer Ländermasse, welche überall durch Meereswasser vom eigentlichen Amerika getrennt erscheint, wurde frühe gesehen†), aber erst hundert Jahre nachher (983) von Island aus bevölkert. Die Colonisirung von Island, welches Naddod zuerst Schneeland, Snjoland, genannt hatte, führte nun über Grönland in südwestlicher Richtung nach dem Neuen Continent.

Die Färöer und Island muß man als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu Unternehmungen nach dem amerikanischen Skandinavien betrachten. Auf ähnliche Weise hatte die Niederlassung zu Carthago den Tyriern zur Erreichung der Meerenge von Gadeira und des Hafens Tarteſſus gedient, eben so führte Tarteſſus dies unternehmende Volk von Station zu Station nach Cerne, dem Gauleon (der Schiffsinsel) der Carthager ‡).

Trotz der Nähe der gegenüberliegenden Küste von Labrador (Helluland it mikla) vergingen doch 125 Jahre von der ersten Ansiedlung der Normänner auf Island bis zu Leif's großer Entdeckung von Amerika. So gering waren die Mittel, welche zur Förderung der Schifffahrt in diesen abgelegenen öden Erdwinkel von einem edeln, kräftigen, aber armen Menschenstamme angewandt werden konnten. Die Küstenstrecke Winland, so wegen der vor

*) Gesehen wurden Theile von Amerika, aber nicht betreten, schon 14 Jahre vor Leif Eiriksson, auf der Schifffahrt, die Bjarne Herjulfsson von Grönland gegen Süden im Jahr 986 unternahm. Dieser sah zuerst das Land in der Insel Nantucket, einen Grad südlich von Boston, dann in Neu-Schottland, und zuletzt in Neufundland, das später Litla Helluland, nie aber Winland genannt wurde. Der Busen, welcher Neufundland von dem Ausfluß des großen Laurentiusstromes trennt, hieß bei den Normännern, die auf Island und Grönland angesiedelt waren, Marklands-Busen. S. Carol Christiani Rafn Antiquitates Americanae 1845 p. 4, 421, 423 und 463.

†) Gunnbjörn wurde nach den von ihm benannten Gunnbjörns-Scheeren, die Capitän Graah neuerlich wiederentdeckt, im Jahre 876 oder 877 verschlagen; er hat zuerst die Ostküste von Grönland gesehen, ohne dort zu landen. (Rafn, Antiquit. Amer. p. 11, 93 und 304.)

‡) Kosmos Buch II. S. 257.

em Deutſchen, Tyrker, dort aufgefundenen wilden Weintrauben genannt, reizte durch uchtbarkeit des Bodens und Milde des Klima's in Vergleich mit Island und Grönland. rch Leif mit dem Namen des guten Winlands (Vinland it goda) bezeichnet, begriff das Littoral zwiſchen Boſton und Neu-York: alſo Theile der jetzigen Staaten Maſſa- ſetts, Rhode-Island und Connecticut, zwiſchen den Breitenparallelen von Civitä vecchia d Terracina, denen aber hier doch nur die mittleren *) Jahres-Temperaturen von 8°,8 d 11°,2 entſprechen. Das war die Hauptanſiedelung der Normänner. Die Coloniſten ten oft mit dem recht kriegeriſchen Stamme der Esquimaux, welcher damals unter dem men der Skrälinger viel ſüdlicher verbreitet war, zu kämpfen. Der erſte grönländiſche ſchof, Erik Upſi, ein Isländer, unternahm 1121 eine chriſtliche Miſſionsfahrt nach Win- d; und der Name des coloniſirten Landes iſt ſogar in alten National-Geſängen bei den ngeborenen der Färöer aufgefunden worden †).

Von der Thätigkeit und dem kühnen Unternehmungsgeiſte der isländiſchen und grön- ndiſchen Abenteurer zeigt der Umſtand, daß, nachdem ſie ſich im Süden bis unter 41°½ eite angeſiedelt, ſie an der Oſtküſte der Baffinsbai unter der Breite von 72° 55′ auf er der Weiber-Inſeln‡), nordweſtlich von der jetzt nördlichſten däniſchen Colonie ernavick, drei Grenzſäulen aufrichteten. Der Runenſtein, welchen man im Herbſt des hres 1824 aufgefunden, enthält nach Raſk und Finn Magnuſen die Jahrzahl 1135. on dieſer öſtlichen Küſte der Baffinsbai aus beſuchten die Anſiedler des Fiſchfangs wegen r regelmäßig den Lancaſter-Sund und einen Theil der Barrow-Straße, und zwar mehr nn ſechs Jahrhunderte vor den kühnen Unternehmungen von Parry und Roß. Die calität des Fiſchfanges iſt ſehr beſtimmt beſchrieben, und grönländiſche Prieſter aus dem iſthum Gardar leiteten (1266) die erſte Entdeckungsfahrt. Man nannte dieſe nordweſt- che Sommerſtation die Kroksfjadar-Heide. Es geſchieht ſchon Erwähnung des ange- ſchwemmten (gewiß ſibiriſchen) Treibholzes, welches man dort ſammelte, der vielen Wall- ſiſche, Phocken, Wallroſſe und Seebären ||).

Ueber den Verkehr des hohen europäiſchen Nordens, wie über den der Grönländer und Isländer mit dem eigentlichen amerikaniſchen Continent reichen ſichere Nachrichten nur bis in die Mitte des 14ten Jahrhunderts. Noch im Jahr 1347 wurde von Grönland aus ein Schiff nach Markland (Neu-Schottland) geſandt, um Bauholz und andere Bedürf- niſſe einzuſammeln. Auf der Rückreiſe von Markland wurde das Schiff vom Sturme ver- ſchlagen und mußte in Straumsfjörd im Weſten von Island landen. Dies iſt die letzte Nachricht von dem normänniſchen Amerika, welche uns alt-ſcandinaviſche Quellen- ſchriften aufbewahrt haben ¶).

---

*) Dieſe amerikaniſchen Jahres-Temperaturen der lichen Küſte unter den Parallelen von 42° 25′ und 1° 15′ entſprechen in Europa den Breiten von Berlin d Paris, alſo Orten, die 8° bis 10° nördlicher liegen. ſen iſt auf der Weſtküſte von Nordamerika die Ab- me der Jahres-Temperatur von niederen zu höheren eiten ſo ſchnell, daß in dem Breiten-Unterſchiede von ſten und Philadelphia, welcher 2° 41′ beträgt, 1° eite in der Jahres-Temperatur eine Wärmeabnahme faſt 2° des hunderttheiligen Thermometers hervor- ngt, während in dem Syſtem der iſothermen Linien Europa die Abnahme der Jahrestemperatur nach nen Unterſuchungen (Asie centrale T. III. p. 227) denſelben Abſtand kaum einen halben Grad aus- cht.

†) S. Carmen Faeröicum, in quo Vinlandiae uſio fit (Rafn, Antiquit. Amer. p. 320 und 332).

‡) Der Runenſtein war auf dem höchſten Punkte der ſel Kingiktorſoak geſetzt, „an dem Samstage dem Siegestage“, d. i. vor dem 21. April, einem entſchen Hauptfeſte der alten Scandinavier, das bei Annahme des Chriſtenthums in ein chriſtliches Feſt wandelt wurde. Rafn, Antiquit. Amer. p. 347–355. Ueber die Zweifel an den Runenzahlen, welche Brynjulfſen, Mohnike und Klaproth geäußert, ſ. mein Examen crit. T. II. p. 97—101; doch halten Brynjulfſen und Graah nach anderen Kennzeichen das wichtige Monument der Woman's Islands (wie die zu Igalikko und Egegeit, Br. 60° 51′ und 60° 0′, gefundenen Runenſchriften und die Ruinen von Gebäuden bei Uyernavick, Br. 72° 50′) beſtimmt für dem 11ten und 12ten Jahrhundert angehörig.

||) Rafn, Antiquit. Amer. p. 20, 274 und 415–418 (Wilhelmi über Island, Hvitramannaland, Grönland und Vinland S. 117—121). — Nach einer ſehr alten Saga wurde auch 1194 die nördlichſte Oſtküſte von Grönland unter der Benennung Svalbard in einer Gegend beſucht, die dem Scoresby-Lande entſpricht: nahe dem Punkte, wo mein Freund, der damalige Capitän Sabine ſeine Pendel-Beobachtungen gemacht und wo ich (73° 10′) ein ſehr unfreundliches Vorgebirge beſitze; Rafn, Antiquit. Amer. p. 303 und Aperçu de l'ancienne Géographie des régions arctiques de l'Amérique 1847 p. 6.

¶) Wilhelmi a. a. O. S. 226; Rafn, Antiquit. Amer. p. 264 und 253. Die Niederlaſſungen auf der

Wir sind bisher sorgfältig auf historischem Boden geblieben. Durch die kritischen, nicht genug zu lobenden Bemühungen von Christian Rafn und der königlichen Gesellschaft für nordische Alterthumskunde in Kopenhagen sind die Sagas und Urkunden über die Fahrten der Normänner nach Helluland (Neufundland), nach Markland (der Mündung des St. Lorenz-Flusses mit Nova Scotia) und nach Winland (Massachusetts) einzeln abgedruckt und befriedigend commentirt worden *). Die Länge der Fahrt, die Richtung, in der man gesegelt, die Zeit des Aufganges und Unterganges der Sonne sind genau angegeben.

Geringere Gewißheit gewähren noch die Spuren, die man von einer früheren irischen Entdeckung von Amerika, vor dem Jahre 1000, glaubt gefunden zu haben. Die Strälinger erzählten den in Winland angesiedelten Normännern: weiter in Süden jenseit der Chesapeak-Bai wohnten „weiße Menschen, die in langen weißen Kleidern einhergingen, Stangen, an welche Tücher geheftet seien, vor sich her trügen und mit lauter Stimme riefen." Diese Erzählung wurde von den christlichen Normännern auf Processionen gedeutet, in denen man Fahnen trug und sang. In den ältesten Sagas, in den geschichtlichen Erzählungen von Thorfinn Karlsefne und dem isländischen Landnama-Buche sind diese südlichen Küsten zwischen Virginien und Florida durch den Namen des Weißmännerlandes bezeichnet. Sie werden darin bestimmt Groß-Irland (Irland it mikla) genannt, und es wird behauptet, sie seien von den Iren bevölkert worden. Nach Zeugnissen, die bis 1064 hinaufreichen, wurde, ehe noch Leif Winland entdeckte, wahrscheinlich schon um das Jahr 982, Ari Marsson, aus dem mächtigen isländischen Geschlechte Ulf's des Schielers, auf einer Fahrt von Island gegen Süden durch Sturm an die Küste des Weißmännerlandes verschlagen, in demselben als Christ getauft und, da man ihm nicht erlaubte sich zu entfernen, dort von Männern aus den Orkney-Inseln und Island erkannt †).

Die Meinung einiger nordischen Alterthumsforscher ist nun, daß, da in den ältesten isländischen Documenten die ersten Bewohner der Insel „über das Meer gekommene Westmänner" genannt werden (Ankömmlinge, die sich in Papyli an der Südostküste und auf dem nahe gelegenen kleinen Papar-Eilande niedergelassen), Island zuerst nicht unmittelbar von Europa, sondern von Virginien und Carolina her, d. i. aus Groß-Irland (dem amerikanischen Weißmännerlande), von nach Amerika früh verpflanzten Iren bevölkert worden sei. Die wichtige Schrift des irländischen Mönches Dicuil, de Mensura Orbis Terrae, welche um das Jahr 825 verfaßt wurde, also 38 Jahr früher als die Normänner durch Naddod Kenntniß von Island erhielten, bestätigt aber nicht diese Meinung.

Im Norden von Europa haben christliche Anachoreten, im Inneren Asiens fromme

---

Westküste von Grönland, welche sich bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts eines sehr blühenden Zustandes erfreuten, fanden allmälig ihren Untergang durch die verderbliche Einwirkung von Handels-Monopolen; durch die Einfälle der Esquimaux (Strälinger); durch den schwarzen Tod, welcher nach Hecker besonders während der Jahre 1347 bis 1351 den Norden entvölkerte; auch durch den Anfall einer feindlichen Flotte, deren Ausgangspunkt unbekannt geblieben ist. Heutiges Tages glaubt man nicht mehr an die meteorologische Mythe von einer plötzlichen Veränderung des Klima's, von der Bildung eines Eisdammes, welcher die gänzliche Trennung der in Grönland angesiedelten Colonien von ihrem Mutterlande auf einmal soll zur Folge gehabt haben. Da diese Colonien sich nur in der gemäßigten Gegend der Westküste von Grönland befunden haben, so kann ein Bischof von Skalholt nicht im Jahr 1540 auf der Ostküste jenseits der Eismauer „Schäfer gesehen haben, welche ihre Heerden weideten." Die Anhäufung der Eismassen an der Island gegenüberliegenden östlichen Küste hängt von der Gestaltung des Landes, der Nachbarschaft einer der Richtung der Küste parallelen, mit Gletschern versehenen Bergkette und der Richtung des Meeresstromes ab. Dieser Zustand der Dinge schreibt sich nicht von dem Schlusse des 14ten Jahrhunderts an dem Anfang des 15ten her. Er ist, wie Sir John Barrow sehr richtig entwickelt hat, vielen zufälligen Veränderungen, besonders in den Jahren 1815—1817, ausgesetzt gewesen. (S. Barrow, Voyages of discovery within the Arctic Regions 1846 p. 2—6.) — Papst Nicolaus V. hat noch 1448 einen grönländischen Bischof ernannt.

*) Hauptquellen sind die geschichtlichen Erzählungen von Erik dem Rothen, Thorfinn Karlsefne und Snorre Thorbrandsson: wahrscheinlich in Grönland selbst und schon im 12ten Jahrhundert niedergeschrieben, zum Theil von Abkömmlingen in Winland gebohrner Ansiedler; Rafn, Antiquit. Amer. p. VII, XIV und XVI. Die Sorgfalt, mit welcher die Geschlechtstafeln gehalten sind, war so groß, daß man die des Thorfinn Karlsefne, dessen Sohn Snorre Thorbrandsson in Amerika geboren war, von 1007 bis zu 1811 herabgeführt hat.

†) Hvitramannaland, das Land der weißen Männer. Vergl. die Urkunden in Rafn, Antiquit. Amer. p. 203—206, 211, 446—451 und Wilhelmi über Island, Hvitramannaland u. s. w. S. 75—81.

Als nun, diese verdrängend, die aristotelische Philosophie den entschiedensten Einfluß auf die Bewegungen des Geistes gewann, war es in zwei Richtungen zugleich: in den Forschungen der speculativen Philosophie und in der philosophischen Bearbeitung des empirischen Naturwissens. Die erste dieser Richtungen, wenn sie auch dem Gegenstande meiner Schrift entfernter zu liegen scheint, darf hier schon deshalb nicht unberührt bleiben, weil sie mitten in der Zeit dialectischer Scholastik einige edle, hochbegabte Männer zum freien Selbstdenken in den verschiedenartigsten Gebieten des Wissens antrieb. Eine großartige physische Weltanschauung bedarf nicht blos der reichen Fülle der Beobachtungen, als Substrats der Verallgemeinerung der Ideen; sie bedarf auch der vorbereitenden Kräftigung der Gemüther, um in den ewigen Kämpfen zwischen Wissen und Glauben nicht vor den drohenden Gestalten zurückzuschrecken, die bis in die neuere Zeit an den Eingängen zu gewissen Regionen der Erfahrungswissenschaft auftreten und diese Eingänge zu versperren trachten. Man darf nicht trennen, was in dem Entwickelungsgange der Menschheit gleichmäßig belebt hat das Gefühl der Berechtigung zur intellectuellen Freiheit und das lange unbefriedigte Streben nach Entdeckungen in fernen Räumen. Jene freien Selbstdenker bildeten eine Reihe, welche im Mittelalter mit Duns Scotus, Wilhelm von Occam und Nicolaus von Cusa anhebt und durch Ramus, Campanella und Giordano Bruno bis zu Descartes leitet*).

Die unübersteiglich scheinende „Kluft zwischen dem Denken und dem Sein, die Beziehungen zwischen der erkennenden Seele und dem erkannten Gegenstande" trennten die Dialectiker in jene zwei berühmten Schulen der Realisten und Nominalisten. Des fast vergessenen Kampfes dieser mittelalterlichen Schulen muß hier gedacht werden, weil er einen wesentlichen Einfluß auf die endliche Begründung der Erfahrungswissenschaften ausgeübt hat. Die Nominalisten, welche den allgemeinen Begriffen nur ein subjectives Dasein in dem menschlichen Vorstellungsvermögen zugestanden, wurden nach vielen Schwankungen zuletzt im 14ten und 15ten Jahrhundert die siegreiche Parthei. Bei ihrer größeren Abneigung vor leeren Abstractionen drangen sie zuerst auf die Nothwendigkeit der Erfahrung, auf die Vermehrung der sinnlichen Grundlage der Erkenntniß. Eine solche Richtung wirkte wenigstens mittelbar auf die Bearbeitung des empirischen Naturwissens; aber auch schon da, wo sich nur noch realistische Ansichten geltend machten, hatte die Bekanntschaft mit der Literatur der Araber Liebe zum Naturwissen, in glücklichem Kampfe mit der alles absorbirenden Theologie, verbreitet. So sehen wir in den verschiedenen Perioden des Mittelalters, dem man vielleicht eine zu große Charakter-Einheit zuzuschreiben gewohnt ist, auf ganz verschiedenen Wegen, auf rein ideellen und empirischen, das große Werk der Entdeckungen im Erdraume und die Möglichkeit ihrer glücklichen Benutzung zur Erweiterung des kosmischen Ideenkreises sich allmälig vorbereiten.

Unter den gelehrten Arabern war das Naturwissen eng an Arzneikunde und Philosophie, im christlichen Mittelalter war es neben der Philosophie an die theologische Dogmatik geknüpft. Die letztere, ihrer Natur nach zur Alleinherrschaft strebend, bedrängte die empirische Forschung in den Gebieten der Physik, der organischen Morphologie und der meist mit Astrologie verschwisterten Sternkunde. Das von den Arabern und jüdischen Rabbinern †) überkommene Studium des allumfassenden Aristoteles hatte aber die Richtung nach einer philosophischen Verschmelzung aller Disciplinen hervorgerufen; daher galten Ibn-Sina (Avicenna) und Ibn-Roschd (Averroes), Albertus Magnus und Roger Bacon für die

---

1840 S. 468. Ueber die Neigung zum Platonismus im Mittelalter und den Kampf der Schulen s. Heinrich Ritter, Gesch. der christl. Philosophie Th. II. S. 159, Th. III. S. 131–160 und 381–417.

*) Cousin, Cours de l'hist. de la Philosophie T. I. 1929 p. 260 und 389–436; Fragmens de Philosophie Cartésienne p. 8–12 und 403. Vergl. auch die neue geistreiche Schrift von Christian Barthelmèß: Jordano Bruno 1847 T. I. p. 308, T. II. p. 409–416.

†) Jourdain sur les trad. d'Aristote p. 236; Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 180–200.

es das Wiederauffinden deſſelben Continents durch Columbus am Ende des 15ten Jahrhunderts hervorbrachte, ergiebt ſich aus dem Zuſtande der Uncultur des Volksſtammes, welcher die erſte Entdeckung machte, und aus der Natur der Gegenden, auf welche dieſelbe beſchränkt blieb. Durch keine wiſſenſchaftliche Kenntniß waren die Scandinavier vorbereitet, um, über die Befriedigung des nächſten Bedürfniſſes hinaus, die Länder, in denen ſie ſich angeſiedelt, zu durchforſchen. Als das eigentliche Mutterland jener neuen Colonien waren Grönland und Island zu betrachten, Regionen, in denen der Menſch alle Beſchwerden eines unwirthbaren Klima's zu bekämpfen hatte. Der wunderbar organiſirte isländiſche Freiſtaat erhielt allerdings ſeine Selbſtſtändigkeit viertehalb hundert Jahre lang, bis die bürgerliche Freiheit unterging und das Land ſich dem norwegiſchen König Hakon VI. unterwarf. Die Blüthe der isländiſchen Literatur, die Geſchichtsſchreibung, die Aufſammlung der Sagas und der Edda-Lieder bezeichnen das 12te und 13te Jahrhundert.

Es iſt eine merkwürdige Erſcheinung in der Culturgeſchichte der Völker, den Nationalſchatz der älteſten Ueberlieferungen des europäiſchen Nordens, durch Unruhen in der Heimath gefährdet und nach Island übergetragen, dort ſorgſam gepflegt und für die Nachwelt gerettet zu ſehen. Dieſe Rettung, die entfernte Folge von Ingolf's erſter Anſiedelung auf Island (875), iſt eine wichtige Begebenheit in den Kreiſen der Dichtung und ſchaffender Einbildungskraft in der formloſen Nebelwelt ſcandinaviſcher Mythen und ſinnbildlicher Cosmogonien geworden. Nur das Naturwiſſen gewann keine Erweiterung. Reiſende Isländer beſuchten allerdings die Lehranſtalten Deutſchlands und Italiens; aber die Entdeckungen der Grönländer im Süden, der geringe Verkehr mit Winland, deſſen Vegetation keinen merkwürdig eigenthümlichen phyſiognomiſchen Charakter darbot, zogen Anſiedler und Seefahrer ſo wenig von ihrem ganz europäiſchen Intereſſe ab, daß ſich unter den Culturvölkern des ſüdlichen Europa's keine Nachricht von jenen neuangeſiedelten Ländern verbreitete. Ja in Island ſelbſt ſcheint eine ſolche Nachricht nicht einmal zu den Ohren des großen genueſiſchen Seefahrers gelangt zu ſein. Island und Grönland waren nämlich damals ſchon über zwei Jahrhunderte von einander getrennt, da Grönland 1261 ſeine republicaniſche Verfaſſung verloren hatte und ihm, als Krongut Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und auch mit Island förmlich unterſagt wurde. Chriſtoph Columbus erzählt in ſeiner ſo ſelten gewordenen Schrift „über die fünf bewohnbaren Erdzonen," daß er im Monat Februar 1477 Island beſuchte, „wo damals das Meer nicht mit Eis bedeckt war*) und das von vielen Kaufleuten von Briſtol beſucht wurde." Hätte er dort von der alten Coloniſation eines gegenüberliegenden ausgedehnten zuſammenhangenden Landſtriches, von Helluland it mikla, Markland und dem „guten Winland" reden hören, hätte er dieſe Kenntniß eines nahen Continents mit den Projecten in Verbindung geſetzt, welche ihn ſchon ſeit 1470 und 1473 beſchäftigten; ſo würde in dem berühmten erſt 1517 beendigten Proceſſe über das Verdienſt der erſten Entdeckung um ſo mehr von der Reiſe nach Thule (Island) die Rede geweſen ſein, als der argwöhniſche Fiſcal ſelbſt einer Seekarte (mappamundo) erwähnt, die Martin Alonſo Pinzon in Rom geſehen hatte und auf der der Neue Continent ſoll abgebildet geweſen ſein. Wenn Columbus ein Land hätte aufſuchen wollen, von dem er in Island Kenntniß erhalten, ſo würde er gewiß nicht auf ſeiner erſten Entdeckungsreiſe von den canariſchen Inſeln aus in ſüdweſtlicher Richtung geſteuert haben.

*) Während dieſer Umſtand des mangelnden Eiſes im Februar 1477 als ein Beweis angeführt wurde, daß die Inſel Thyle des Columbus nicht Island ſein könne, hat Finn Magnuſen aus alten Urkunden aufgefunden, daß bis zum März 1477 das nördliche Island keinen Schnee hatte und daß im Februar deſſelben Jahres die ſüdliche Küſte frei von Eis war; Examen crit. T. I. p. 105, T. V. p. 213. Sehr merkwürdig iſt, daß Columbus in demſelben Tratado de las cinco zonas habitables einer ſüdlicheren Inſel Frislanda erwähnt: *ein Name*, der in den, meiſt für fabelhaft gehaltenen Reiſen der Gebrüder Zeni (1388–1404) eine große Rolle ſpielt, aber auf den Carten von Andrea Bianco (1436) wie auf der des Fra Mauro (1457–1470) fehlt. Vergl. Examen crit. T. II. p. 114–126.) Columbus kannte die Reiſen der Fratelli Zeni nicht gekannt haben, da ſie der venetianiſchen Familie ſelbſt bis zum Jahre 1558 unbekannt blieben, in welchem Marcolini, 52 Jahre nach dem Tode des großen Admirals, ſie zuerſt herausgab. Woher kommt des Admirals Bekanntſchaft mit dem Namen Frislanda?

wiſchen Bergen und Grönland gab es aber noch Handelsverbindungen bis 1484, alſo s ſieben Jahre nach des Columbus Reiſe nach Island.

Ganz verſchieden von der erſten Entdeckung des neuen Continents im 11ten Jahrhun-rt iſt durch ihre weltgeſchichtlichen Folgen, durch ihren Einfluß auf die Erweiterung phy-cher Weltanſchauung die Wiederauffindung dieſes Continents durch Chriſtoph Colum-s, die Entdeckung der Tropenländer von Amerika geworden. Wenn auch der Seefahrer, elcher am Ende des 15ten Jahrhunderts das große Unternehmen leitete, keinesweges die bſicht hatte, einen neuen Welttheil zu entdecken, wenn es auch entſchieden iſt, daß Co-mbus und Amerigo Veſpucci in der feſten Ueberzeugung*) geſtorben ſind, ſie hätten blos eile des öſtlichen Aſiens berührt; ſo hat die Expedition doch ganz den Charakter der usführung eines nach wiſſenſchaftlichen Combinationen entworfenen Planes gehabt. Es rde ſicher geſchifft nach Weſten, durch die Pforte, welche die Tyrier und Coläus von amos geöffnet, durch das „unermeßliche Dunkelmeer" (mare tenebrosum) der arabiſchen eographen. Man ſtrebte nach einem Ziele, deſſen Abſtand man zu kennen glaubte. Die chiffer wurden nicht zufällig verſchlagen, wie Naddod und Gardar nach Island, wie uunbjörn, der Sohn von Ulf Kraka, nach Grönland. Auch wurde der Entdecker nicht urch Zwiſchenſtationen geleitet. Der große Nürnberger Cosmograph Martin Behaim, elcher den Portugieſen Diego Cam auf ſeinen wichtigen Expeditionen nach der Weſtküſte on Afrika begleitet hatte, lebte vier Jahre, von 1486 bis 1490, auf den Azoren; und icht von dieſen Inſeln aus, welche zwiſchen den iberiſchen Küſten und der Küſte Penn-ſylvaniens in $^3/_5$ Entfernung von der letzteren liegen, wurde Amerika entdeckt. Das Vor-ſüßliche der That iſt dichteriſch ſchön in den Stanzen des Taſſo gefeiert. Er ſingt von dem, as Hercules nicht wagte:

Non osò di tentar l'alto Oceano:
Segnò le mete, e'n troppo brevi chiostri
L'ardir ristrinse dell' ingegno umano — —
Tempo verrà che fian d'Ercole i segni
Favola vile ai naviganti industri — —
Un uom della Liguria avrà ardimento
All' incognito corso esporsi in prima — —
Taſſo XV st. 25, 30 und 31.

nd doch weiß von dieſem „uom della Liguria" der große portugieſiſche Geſchichtsſchreiber ohann Barros†), deſſen erſte Decade 1552 erſchienen iſt, nicht mehr zu ſagen, als daß ein eitler phantaſtiſcher Schwätzer geweſen ſei (homem fallador, e glorioso em mostrar as habilidades, e mais fantastico, e de imaginações com sua Ilha Cypango). So hat rch alle Jahrhunderte, durch alle Abſtufungen der errungenen Civiliſation hindurch Na-onalhaß den Glanz ruhmvoller Namen zu verdunkeln geſtrebt.

*) S. die Beweiſe, die ich aus ſicheren Documenten ſammelt habe, für Columbus im Examen crit. T. IV. 233, 250 und 261, für Veſpucci T. V. p. 182–185. olumbus war dergeſtalt mit der Idee erfüllt, daß Cuba heil des Continents von Aſien, ja das ſüdliche Khatai in Provinz Mango) ſei, daß er am 12. Junius 1494 r ganze Mannſchaft ſeines Geſchwaders (etwa 80 Ma-roſen) ſchwören ließ, „ſie ſeien davon überzeugt, man ame von Cuba nach Spanien zu Lande gehen (que ta tierra de Cuba fuese la tierra firme al comienzo e las Indias y fin á quien en estas partes quisiere ir de Espana por tierra)"; wer von denen, „welche jetzt beſchwören, einſt das Gegentheil zu behaupten agte, würde den Meineid mit 100 Hieben und dem ausreißen der Zunge zu büßen haben. (S. Informa-on del escribano publico Fernando Perez de Luna Navarrete, Viages y descubrimientos de los spanoles T. II. p. 143–149.) Als Columbus auf der rſten Expedition ſich der Inſel Cuba nähert, glaubt er s gegenüber den chineſiſchen Handelsplätzen Zaitun d Quinsay (y es cierto, dice el Almirante, questa la tierra firme y que estoy, dice él, ante Zayto y Guinsay). „Er will die Briefe der catholiſchen Monar-chen an den großen Mongolen-Chan (Gran Can) in Khatai abgeben, und wenn er ſo den ihm gegebenen Auftrag erfüllt, ſogleich nach Spanien (aber zur See) zurückkehren. Später ſendet er einen getauften Juden, Luis de Torres, ans Land, weil dieſer Hebräiſch, Chal-däiſch und etwas Arabiſch verſteht," was in den aſiati-ſchen Handelsſtädten gebräuchliche Sprachen ſind. (S. das Reiſejournal des Columbus von 1492 in Navar-rete, Viages y descubrim. T. I. p. 37, 44 und 46.) Noch 1533 behauptet der Aſtronom Schoner, daß die ganze ſogenannte Neue Welt ein Theil von Aſien (su-perioris Indiae) iſt und daß die von Cortes eroberte Stadt Mexico (Temiſtitan) nichts anderes ſei als die chineſiſche, von Marco Polo ſo übermäßig gerühmte Handelsſtadt Quinsay. S. Joannis Schoneri Car-lostadii Opusculum geographicum, Norimb. 1533, Pars II. cap. 1–20.)

†) Da Asia de João de Barros e de Diogo de Cou-to Dec. I. liv. III cap. 11 (Parte I. Lisboa 1778 p. 250).

Die Entdeckung der Tropenländer von Amerika durch Christoph Columbus, Alonso de Hojeda und Alvarez Cabral kann in der Geschichte der Weltanschauung nicht als eine isolirte Begebenheit betrachtet werden. Ihr Einfluß auf die Erweiterung des physischen Wissens und auf die Bereicherung der Ideenwelt im allgemeinen wird nur dann richtig aufgefaßt, wenn man einen flüchtigen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche das Zeitalter der großen nautischen Unternehmungen von dem der Blüthe wissenschaftlicher Cultur unter den Arabern trennen. Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach Entdeckungen im Raume, nach erweiterter Erdkenntniß, wurde langsam und auf vielfachen Wegen vorbereitet. Es wurde es durch eine kleine Zahl kühner Männer, welche früher auftraten und gleichzeitig zu allgemeiner Freiheit des Selbstdenkens wie zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; durch den Einfluß, welchen auf die tiefsten Quellen des geistigen Lebens ausübte die in Italien erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur und die Erfindung einer Kunst, die dem Gedanken Flügel und lange Dauer verlieh; durch die erweiterte Kenntniß des östlichen Asiens, welche Mönchsgesandtschaften an die Mongolen-Fürsten und reisende Kaufleute unter die weltverkehrenden Nationen des südwestlichen Europa's verbreiteten, unter solche, denen ein kürzerer Weg nach den Gewürzländern ein Gegenstand der eifrigsten Wünsche war. Zu den hier genannten Anregungsmitteln gesellten sich noch, was die Befriedigung jener Wünsche gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts am meisten erleichterte, die Fortschritte der Schifffahrtskunde, die allmälige Vervollkommnung der nautischen Instrumente, der magnetischen wie der astronomisch messenden, endlich die Anwendung gewisser Methoden zur Ortsbestimmung des Schiffs und der allgemeinere Gebrauch der Sonnen- und Mond-Ephemeriden des Regiomontanus.

Ohne, was diesen Blättern fremd bleiben muß, auf das Einzelne in der Geschichte der Wissenschaften einzugehen, nennen wir nur unter den Menschen, welche die Epoche von Columbus und Gama vorbereitet haben, drei große Namen: Albertus Magnus, Roger Baco und Vincenz von Beauvais. Sie sind hier der Zeitfolge nach aufgeführt; denn der wichtigere, mehrumfassende, geistreichere ist Roger Baco, ein Franciscaner-Mönch aus Ilchester, der sich zu Oxford und Paris für die Wissenschaften ausbildete. Alle drei sind ihrem Zeitalter vorangeeilt und haben mächtig auf dasselbe eingewirkt. In den langen, meist unfruchtbaren Kämpfen dialectischer Speculationen und des logischen Dogmatismus einer Philosophie, die man mit dem unbestimmten, vieldeutigen Namen der scholastischen belegt hat, läßt sich der wohlthätige Einfluß, man könnte sagen die Nachwirkung der Araber nicht verkennen. Die Eigenthümlichkeit ihres Nationalcharakters, die wir im vorigen Abschnitte geschildert, ihr Hang zum Verkehr mit der Natur hatte den neu übersetzten Schriften des Aristoteles eine Verbreitung verschafft, welche mit der Vorliebe und der Begründung der Erfahrungswissenschaften auf das innigste zusammenhing. Bis an das Ende des 12ten und den Anfang des 13ten Jahrhunderts herrschten mißverstandene Lehren der platonischen Philosophie in den Schulen. Schon die Kirchenväter*) glaubten in derselben die Vorbilder zu ihren eigenen religiösen Anschauungen zu finden. Viele der symbolisirenden physikalischen Phantasien des Timäus wurden mit Begeisterung aufgenommen, und durch christliche Autorität lebten wieder verworrene Ideen über den Kosmos auf, deren Nichtigkeit die mathematische Schule der Alexandriner längst erwiesen hatte. So pflanzten sich von Augustinus an bis Alcuin, Johannes Scotus und Bernhard von Chartres tief in das Mittelalter hinab, unter wechselnden Formen, die Herrschaft des Platonismus oder richtiger zu sagen neu-platonische Anklänge fort †).

---

*) Jourdain, Rech. crit. sur les traductions d'Aristote p. 230, 234 und 421–423; Letronne, des opinions cosmographiques des Pères de l'Église, rapprochées des doctrines philosophiques de la Grèce, in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 682.

†) Friedrich von Raumer über die Philosophie des dreizehnten Jahrhunderts, in seinem Hist. Taschenbuch

Als nun, diese verdrängend, die aristotelische Philosophie den entschiedensten Einfluß auf die Bewegungen des Geistes gewann, war es in zwei Richtungen zugleich: in den Forschungen der speculativen Philosophie und in der philosophischen Bearbeitung des empirischen Naturwissens. Die erste dieser Richtungen, wenn sie auch dem Gegenstande meiner Schrift entfernter zu liegen scheint, darf hier schon deshalb nicht unberührt bleiben, weil sie mitten in der Zeit dialectischer Scholastik einige edle, hochbegabte Männer zum freien Selbstdenken in den verschiedenartigsten Gebieten des Wissens antrieb. Eine großartige physische Weltanschauung bedarf nicht blos der reichen Fülle der Beobachtungen, als Substrats der Verallgemeinerung der Ideen; sie bedarf auch der vorbereitenden Kräftigung der Gemüther, um in den ewigen Kämpfen zwischen Wissen und Glauben nicht vor den drohenden Gestalten zurückzuschrecken, die bis in die neuere Zeit an den Eingängen zu gewissen Regionen der Erfahrungswissenschaft auftreten und diese Eingänge zu versperren trachten. Man darf nicht trennen, was in dem Entwickelungsgange der Menschheit gleichmäßig belebt hat das Gefühl der Berechtigung zur intellectuellen Freiheit und das lange unbefriedigte Streben nach Entdeckungen in fernen Räumen. Jene freien Selbstdenker bildeten eine Reihe, welche im Mittelalter mit Duns Scotus, Wilhelm von Occam und Nicolaus von Cusa anhebt und durch Ramus, Campanella und Giordano Bruno bis zu Descartes leitet*).

Die unübersteiglich scheinende „Kluft zwischen dem Denken und dem Sein, die Beziehungen zwischen der erkennenden Seele und dem erkannten Gegenstande" trennten die Dialectiker in jene zwei berühmten Schulen der Realisten und Nominalisten. Des fast vergessenen Kampfes dieser mittelalterlichen Schulen muß hier gedacht werden, weil er einen wesentlichen Einfluß auf die endliche Begründung der Erfahrungswissenschaften ausgeübt hat. Die Nominalisten, welche den allgemeinen Begriffen nur ein subjectives Dasein in dem menschlichen Vorstellungsvermögen zugestanden, wurden nach vielen Schwankungen zuletzt im 14ten und 15ten Jahrhundert die siegreiche Parthei. Bei ihrer größeren Abneigung vor leeren Abstractionen drangen sie zuerst auf die Nothwendigkeit der Erfahrung, auf die Vermehrung der sinnlichen Grundlage der Erkenntniß. Eine solche Richtung wirkte wenigstens mittelbar auf die Bearbeitung des empirischen Naturwissens; aber auch schon da, wo sich nur noch realistische Ansichten geltend machten, hatte die Bekanntschaft mit der Literatur der Araber Liebe zum Naturwissen, in glücklichem Kampfe mit der alles absorbirenden Theologie, verbreitet. So sehen wir in den verschiedenen Perioden des Mittelalters, dem man vielleicht eine zu große Charakter-Einheit zuzuschreiben gewohnt ist, auf ganz verschiedenen Wegen, auf rein ideellen und empirischen, das große Werk der Entdeckungen im Erdraume und die Möglichkeit ihrer glücklichen Benutzung zur Erweiterung des kosmischen Ideenkreises sich allmälig vorbereiten.

Unter den gelehrten Arabern war das Naturwissen eng an Arzneikunde und Philosophie, im christlichen Mittelalter war es neben der Philosophie an die theologische Dogmatik geknüpft. Die letztere, ihrer Natur nach zur Alleinherrschaft strebend, bedrängte die empirische Forschung in den Gebieten der Physik, der organischen Morphologie und der meist mit Astrologie verschwisterten Sternkunde. Das von den Arabern und jüdischen Rabbinern†) überkommene Studium des allumfassenden Aristoteles hatte aber die Richtung nach einer philosophischen Verschmelzung aller Disciplinen hervorgerufen; daher galten Ibn-Sina (Avicenna) und Ibn-Roschd (Averroes), Albertus Magnus und Roger Bacon für die

---

1840 S. 468. Ueber die Neigung zum Platonismus im Mittelalter und den Kampf der Schulen s. Heinrich Ritter, Gesch. der christl. Philosophie Th. II. S. 159, Th. III. S. 131–160 und 381–417.

*) Cousin, Cours de l'hist. de la Philosophie T. I. 1829 p. 380 und 389–436; Fragmens de Philosophie Cartésienne p. 8–12 und 403. Vergl. auch die neue geistreiche Schrift von Christian Barthelmèß: Jordano Bruno 1847 T. I. p. 308, T. II. p. 409–416.

†) Jourdain sur les trad. d'Aristote p. 236; Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 180–200.

Repräſentanten des ganzen menſchlichen Wiſſens ihrer Zeit. Der Ruhm, welcher im Mittelalter ihre Namen umſtrahlte, läßt ſich dieſem allgemein verbreiteten Glauben beimeſſen.

Albert der Große, aus dem Geſchlechte der Grafen von Bollſtädt, muß auch als Selbſtbeobachter in dem Gebiete der zerlegenden Chemie genannt werden. Seine Hoffnungen waren freilich auf die Umwandlung der Metalle gerichtet; aber, um ſie zu erfüllen, vervollkommnete er nicht bloß die praktiſchen Handgriffe in Behandlung der Erze, er vermehrte auch die Einſicht in die allgemeine Wirkungsart der chemiſchen Naturkräfte. Ueber den organiſchen Bau und die Pflanzen-Phyſiologie enthalten ſeine Werke einzelne überaus ſcharfſinnige Bemerkungen. Er kannte den Schlaf der Pflanzen, das periodiſche ſich Oeffnen und Schließen der Blumen, die Verminderung des Saftes durch Verdunſtung aus der Oberhaut der Blätter, den Einfluß der Theilung der Gefäßbündel auf die Ausſchnitte des Blattrandes. Er commentirte alle phyſikaliſchen Schriften des Stagiriten, doch die Thiergeſchichte nur nach der lateiniſchen Ueberſetzung des Michael Scotos aus dem Arabiſchen.*) Ein Werk Alberts des Großen, welches den Titel führt: liber cosmographicus de natura locorum, iſt eine Art phyſiſcher Geographie. Ich habe darin Betrachtungen aufgefunden über die gleichzeitige Abhängigkeit der Klimate von der Breite und der Höhe des Orts, wie über die Wirkung des verſchiedenen Einfallswinkels der Sonnenſtrahlen auf Erwärmung des Bodens, die mich ſehr überraſcht haben. Daß Albert von Dante gefeiert worden iſt, verdankt er vielleicht nicht ſo ſehr ſich ſelbſt als ſeinem geliebten Schüler, dem heiligen Thomas von Aquino, welchen er 1245 von Cöln nach Paris und 1248 nach Deutſchland zurückführte;

Questi, che m'è a destra più vicino,
Frate e maestro fummi; ed esso Alberto
E' di Cologna, ed io Thomas d' Aquino.
Il Paradiso X, 97–99.

In dem, was unmittelbar auf die Erweiterung der Naturwiſſenſchaften gewirkt hat, auf ihre Begründung durch Mathematik und durch das Hervorrufen von Erſcheinungen auf dem Wege des Experiments, iſt Alberts von Bollſtädt Zeitgenoſſe Roger Bacon die wichtigſte Erſcheinung des Mittelalters geweſen. Beide Männer füllen faſt das ganze dreizehnte Jahrhundert aus; aber dem Roger Bacon gehört der Ruhm, daß der Einfluß, welchen er auf die Form und Behandlung des Naturſtudiums ausgeübt hat, wohlthätiger und dauernd wirkſamer geweſen iſt als das, was man ihm von eigenen Erfindungen mit mehr oder minderem Rechte zugeſchrieben hat. Zum Selbſtdenken erweckend, rügte er ſtreng den blinden Autoritätsglauben der Schule; doch, weit davon entfernt, ſich nicht um das zu kümmern, was das griechiſche Alterthum erforſcht, pries er gleichzeitig gründliche Sprachkunde†), Anwendung der Mathematik und die Scientia experimentalis, der er einen eigenen Abſchnitt des Opus majus gewidmet hat‡). Von Einem Pabſte (Clemens IV.) ge-

*) Das größere Verdienſt in Bearbeitung der Thiergeſchichte gehört dem Kaiſer Friedrich II. Man verdankt ihm wichtige eigene Beobachtungen über die innere Structur der Vögel. (S. Schneider in Reliqua librorum Friderici II. imperatoris *de arte venandi cum avibus* T. I. 1788 in der Vorrede.) Auch Cuvier nennt den Hohenſtaufen den „erſten ſelbſtarbeitenden Zoologen des ſcholaſtiſchen Mittelalters." — Ueber Alberts des Großen richtige Anſicht von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper unter verſchiedenen Breiten und nach Verſchiedenheit der Jahreszeiten ſ. deſſen Liber cosmographicus de natura locorum, Argent. 1515, fol. 14, b und 23, a (Examen crit. T. I. p. 54–58). Bei eigenen Beobachtungen zeigt ſich aber doch leider in Albertus Magnus oft die Unkritik ſeines Zeitalters. Er glaubt zu wiſſen, daß „ſich Roggen auf gutem Boden in Weizen verwandelt; daß aus einem abgeholzten Buchenwalde durch Fäulniß ein Birkenwald entſteht; daß aus Eichenzweigen, die man in die Erde ſteckt, Weinreben entſtehen." (Vergl. auch Ernſt Meyer über die Botanik des 13ten Jahrhunderts in der Linnaea Bd. X. 1836 S. 719.)

†) So viele Stellen des Opus majus ſprechen für die Achtung, welche Roger Bacon dem griechiſchen Alterthum zollte, daß man, wie ſchon Jourdain (p. 429) bemerkt hat, den in einem Briefe an den Pabſt Clemens IV. geäußerten Wunſch, „die Bücher des Ariſtoteles zu verbrennen, um die Verbreitung der Irrthümer unter den Schülern zu verhindern," nur auf die ſchlechten lateiniſchen Ueberſetzungen aus dem Arabiſchen deuten kann.

‡) Scientia experimentalis a vulgo studentium penitus ignorata; duo tamen sunt modi cognoscendi, scilicet per argumentum et experientiam (der ideelle Weg und der des Experiments). Sine experientia nihil sufficienter sciri potest. Argumentum concludit, sed non certificat, neque removet dubitationem, ut quiescat animus in intuitu veritatis, nisi eam inveniat via experientiae. (Opus majus Pars VI cap. 1.) Ich habe alle Stellen, die ſich auf die phyſiſchen Kenntniſſe und Erfindungsvorſchläge des Roger

schützt und begünstigt, von zwei anderen (Nicolaus III. und IV.) der Magie beschuldigt und eingekerkert, hatte er die wechselnden Schicksale der großen Geister aller Zeiten. Er kannte die Optik des Ptolemäus*) und des Almageſt. Da er den Hipparch immer, wie die Araber, Abraxis nennt, ſo darf man ſchließen, daß auch er ſich nur einer aus dem Arabiſchen herſtammenden lateiniſchen Ueberſetzung bediente. Neben Bacon's chemiſchen Verſuchen über brennbare explodirende Miſchungen ſind ſeine theoretiſch-optiſchen Arbeiten über die Perſpective und die Lage des Brennpunktes bei Hohlſpiegeln am wichtigſten. Sein gedankenvolles Großes Werk enthält Vorſchläge und Entwürfe zu möglicher Ausführung, nicht deutliche Spuren gelungener optiſcher Erfindungen. Tiefe des mathematiſchen Wiſſens iſt ihm nicht zuzuſchreiben. Was ihn charakteriſirt, iſt vielmehr eine gewiſſe Lebhaftigkeit der Phantaſie, deren ungemeſſene Aufregung bei den Mönchen des Mittelalters in ihren naturphiloſophiſchen Richtungen durch den Eindruck ſo vieler unerklärter, großer Naturerſcheinungen wie durch langes, angſtvolles Spähen nach Löſung geheimnißvoller Probleme krankhaft erhöht wurde.

Die durch das Koſtſpielige des Abſchreibens vermehrte Schwierigkeit, vor Erfindung des Bücherdrucks eine große Zahl einzelner Handſchriften zu ſammeln, erzeugte im Mittelalter, als der Ideenkreis ſich ſeit dem 13ten Jahrhunderte wieder zu erweitern anfing, eine große Vorliebe für encyclopädiſche Werke. Dieſe verdienen hier eine beſondere Beachtung, weil ſie zu Verallgemeinerung der Anſichten führten. Es erſchienen, meiſt auf einander gegründet, die zwanzig Bücher de rerum natura von Thomas Cantipratenſis, Profeſſor in Löwen (1230); der Naturſpiegel (Speculum naturale), welchen Vincenz von Beauvais (Bellovacenſis) für den heiligen Ludwig und deſſen Gemahlin Margarethe von Provence ſchrieb (1250); das Buch der Natur von Conrad von Meygenberg, Prieſter zu Regensburg (1349); und das Weltbild (Imago mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco, Biſchofs von Cambray (1410). Dieſe Encyclopädien waren die Vorläufer der großen Margarita philosophica des Pater Reiſch, deren erſte Ausgabe 1486 erſchien und welche ein halbes Jahrhundert lang die Verbreitung des Wiſſens auf eine merkwürdige Weiſe befördert hat. Bei dem Weltbilde (der Weltbeſchreibung) des Cardinals Alliacus (Pierre d'Ailly) müſſen wir hier noch beſonders verweilen. Ich habe an einem anderen Orte erwieſen, daß das Buch Imago mundi mehr Einfluß auf die Entdeckung von Amerika als der Briefwechſel mit dem gelehrten Florentiner Toscanelli ausgeübt hat†). Alles, was Chriſtoph Columbus von den griechiſchen und römiſchen Schriftſtellern wußte, alle Stellen des Ariſtoteles, des Strabo und des Seneca über die Nähe des öſtlichen Aſiens zu den Herrules-Säulen, welche, wie der Sohn Don Fernando ſagt, den Vater hauptſächlich anregten, die indiſchen Länder zu entdecken (autoridad de los escritores para mover al Almirante a descubrir las Indias), ſchöpfte der Admiral aus den Schriften des Cardinals. Er hatte ſie bei ſich auf ſeinen Reiſen; denn in einem Briefe, den er im Monat October 1498 von der Inſel Haiti an die ſpaniſchen Monarchen ſchrieb, überſetzt er wörtlich eine Stelle aus des Alliacus Abhandlung de quantitate terrae habitabilis, welche ihm den

---

Bären beſtehen, zuſammengetragen im Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. II. p. 295–299. Vergl. auch Whewell, the Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 323–337.

*) S. Kosmos Buch II. S. 291. Ich finde die Optik des Ptolemäus citirt im Opus majus (ed. Jebb, Lond. 1733) p. 79, 288 und 404. Daß die aus Albazen geſchöpfte Kenntniß von der vergrößernden Kraft von Kugelſegmenten den Bacon wirklich veranlaßt habe, Brillen (Augengläſer) zu conſtruiren, wird mit Recht geläugnet (Wilde, Geſchichte der Optik Th. I. S. 92–96); die Erfindung ſoll ſchon 1299 bekannt geweſen ſein oder dem Florentiner Salvino degli Armati gehören, welcher 1317 in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Florenz begraben wurde. Wenn Roger Bacon, der das Opus majus 1267 vollendete, von Inſtrumenten ſpricht, durch welche kleine Buchſtaben groß erſcheinen, utiles senibus habentibus oculos debiles, ſo beweiſen ſeine Worte und die thatſächlich irrigen Betrachtungen, die er hinzufügt, daß er nicht ſelbſt ausgeführt haben kann, was ihm als etwas Mögliches dunkel vor der Seele ſchwebte.

†) S. mein Examen crit. T. I. p. 61, 64–70, 96–108; T. II. p. 349: „Il existe aussi de Pierre d'Ailly, que Don Fernando Colon nomme toujours *Pedro de Helico*, cinq mémoires *de Concordantia astronomiae cum theologia*. Ils rappellent quelques essais très-modernes de *Géologie hébraisante* publiés 400 ans après le Cardinal."

tiefſten Eindruck gemacht hatte. Er wußte wahrſcheinlich nicht, daß Alliacus auch von ſeiner Seite ein anderes, früheres Buch, das Opus majus des Roger Bacon, wörtlich ausgeſchrieben hatte*). Sonderbares Zeitalter, in welchem ein Gemiſch von Zeugniſſen des Ariſtoteles und Averroes (Avenryz), des Esra und Seneca über die geringe Ausdehnung der Meere in Vergleich mit der der Continental-Maſſen den Monarchen die Ueberzeugung von der Sicherheit eines koſtſpieligen Unternehmens geben konnte!

Wir haben erinnert, wie mit dem Ende des dreizehnten Jahrhunderts ſich eine entſchiedene Vorliebe zum Studium der Kräfte der Natur, auch eine fortſchreitend philoſophiſchere Richtung in der Form dieſes Studiums, in ſeiner wiſſenſchaftlichen Begründung durch Experimente, zeigte. Es bleibt uns übrig in wenigen Zügen den Einfluß zu ſchildern, welchen die Erweckung der claſſiſchen Literatur ſeit dem Ende des vierzehnten Jahrhunderts auf die tiefſten Quellen des geiſtigen Lebens der Völker, und alſo auch auf eine allgemeine Weltanſchauung ausgeübt hat. Die Individualität einzelner hochbegabter Männer hatte dazu beigetragen, den Reichthum der Ideenwelt zu vermehren. Die Empfänglichkeit für eine freiere Ausbildung des Geiſtes war vorhanden, als, durch viele zufällig ſcheinende Verhältniſſe begünſtigt, die griechiſche Literatur, in ihren alten Wohnſitzen bedrängt, eine ſichere Stelle in den Abendländern gewann. Die claſſiſchen Studien der Araber waren allem fremd geblieben, was der begeiſterten Sprache angehört. Sie waren auf eine ſehr geringe Anzahl von Schriftſtellern des Alterthums beſchränkt: nach der entſchiedenen Vorliebe des Volkes für das Naturſtudium vorzugsweiſe auf die phyſiſchen Bücher des Ariſtoteles, auf das Almageſt des Ptolemäus, die Botanik und Chemie des Dioscorides, die kosmologiſchen Phantaſien des Plato. Die ariſtoteliſche Dialektik wurde bei den Arabern mit der Phyſik, wie in den frühern Zeiten des chriſtlichen Mittelalters mit der Theologie verſchwiſtert. Man entlehnte den Alten, was man zu ſpeciellen Anwendungen benutzen konnte; aber man war weit entfernt, den Geiſt des Griechenthums im ganzen zu erfaſſen, in den organiſchen Bau der Sprache einzudringen, ſich der dichteriſchen Schöpfungen zu erfreuen, den wundervollen Reichthum in dem Gebiet der Redekunſt und der Geſchichtsſchreibung zu ergründen.

Faſt zwei Jahrhunderte vor Petrarca und Boccaccio hatten allerdings ſchon Johann von Salisbury und der platoniſirende Abälard wohlthätig auf die Bekanntſchaft mit einigen Werken des claſſiſchen Alterthums gewirkt. Beide hatten Sinn für die Anmuth von Schriften, in denen Freiheit und Maaß, Natur und Geiſt ſich ſtets mit einander verſchwiſtert finden; aber der Einfluß des in ihnen angeregten äſthetiſchen Gefühls ſchwand ſpurlos dahin. Der eigentliche Ruhm, den geflüchteten griechiſchen Muſen in Italien einen bleibenden Wohnſitz vorbereitet, an der Wiederherſtellung der claſſiſchen Literatur am kräftigſten gearbeitet zu haben, gebührt zwei innigſt befreundeten Dichtern, Petrarca und Boccaccio. Ein Mönch aus Calabrien, Barlaam, der lange in Griechenland in der Gunſt des Kaiſers Andronicus gelebt †), unterrichtete beide. Mit ihnen fing die ſorgfältige Sammlung römiſcher und griechiſcher Handſchriften an. Selbſt der hiſtoriſche Sinn für Sprachvergleichung war bei Petrarca ‡) erwacht, deſſen philologiſcher Scharfſinn wie nach einer allgemeineren Weltanſchauung ſtrebte. Wichtige Beförderer der griechiſchen Studien waren Emanuel Chryſoloras, welcher als griechiſcher Geſandter nach Italien und England (1391) geſchickt wurde, der Cardinal Beſſarion aus Trapezunt, Gemiſtus Pletho und der Athener Demetrius Chalcondylas, dem man die erſte gedruckte Ausgabe des Homer verdankt ‖). Alle dieſe griechiſchen Einwanderungen geſchahen vor der verhängnißvollen Einnahme von

*) Vergl. den Brief von Columbus (Navarrete, Viages y descubr. T. I. p. 244) mit der Imago Mundi des Cardinal d'Ailly cap. 8 und Roger Baron's Opus majus p. 183.

†) Heeren, Geſch. der claſſiſchen Literatur Bd. I. S 284–290.

‡) Klaproth, Mémoires relatifs à l'Asie T. III. p. 113.

‖) Die florentiner Ausgabe des Homer von 1488; aber das erſte gedruckte griechiſche Buch war die Grammatik des Conſtantin Lascaris von 1476.

ntinopel (29. Mai 1453); nur Conſtantin Laſcaris, deſſen Vorfahren dort einſt auf rone geſeſſen, kam ſpäter nach Italien. Die koſtbare Sammlung griechiſcher Hand-, die er mitbrachte, iſt in die ſelten benutzte Bibliothek des Escorials *) verſchlagen. ſte griechiſche Buch wurde nur 14 Jahre vor der Entdeckung von Amerika gedruckt, leich die Erfindung der Buchdruckerkunſt ſelbſt, wahrſcheinlich gleichzeitig und ganz ndig†) von Guttenberg in Strasburg und Mainz, von Lorenz Janſſon Koſter in gemacht, zwiſchen 1436 und 1439 fällt, alſo in die glückliche Epoche der erſten derung der gelehrten Griechen in Italien.

Jahrhunderte früher als alle Quellen der griechiſchen Literatur dem Abendlande wurden, 25 Jahre vor der Geburt des Dante, einer der großen Epochen in der geſchichte des ſüdlichen Europa's, ereigneten ſich im inneren Aſien wie im öſtlichen Begebenheiten, welche bei dem erweiterten Handelsverkehr die Umſchiffung von Afrika Expedition des Columbus beſchleunigten. Die Heerzüge der Mongolen, in 26 von Peking und der chineſiſchen Mauer bis Krakau und Liegnitz, erſchreckten die heit. Eine Zahl rüſtiger Mönche wurden als Bekehrer und Diplomaten ausgeſandt, de Plano Carpini und Nicolas Aſcelin an Batu Chan, Ruisbroeck (Rubruquis) ngu Chan nach Karakorum. Von dieſen reiſenden Miſſionaren hat uns der zuletzt te feine und wichtige Bemerkungen über die räumliche Vertheilung der Sprach- lkerſtämme in der Mitte des 13ten Jahrhunderts aufbewahrt. Er erkannte zuerſt, Hunnen, die Baſchkiren (Einwohner von Paskatir, Buſchgird des Ibn-Fozlan) Ungarn finniſche (uraliſche) Stämme ſind; er fand noch gothiſche Stämme, die prache beibehalten, in den feſten Schlöſſern der Krim ‡). Rubruquis machte die mächtigen ſeefahrenden Nationen Italiens, die Venetianer und Genueſer, lüſtern n unermeßlichen Reichthümern des öſtlichen Aſiens. Er kennt, ohne den großen ort zu nennen, „die ſilbernen Mauern und goldenen Thürme“ von Quinſay, ukigen Hangtſcheufu, welches 25 Jahre ſpäter durch den größten Landreiſenden aller nderte Marco Polo ||) ſo berühmt geworden iſt. Wahrheit und naiver Irrthum

illemain, Mélanges historiques et littéraires. II. p. 135.

s Reſultat der Unterſuchungen des Bibliothekars Wachler zu Breslau (ſ. deſſen Geſchichte atur 1833 Th. I. S. 12–23). Der Druck ohne e Lettern geht auch in China nicht über den des zehnten Jahrhunderts unſerer Zeitrechnung Die 4 erſten Bücher des Confucius wurden nach in der Provinz Sütſchuen zwiſchen 890 und uckt, und die Beſchreibung der techniſchen Ma- n der chineſiſchen Druckerei hätten die Abend- chon 1310 in Raſchid-eddin's perſiſcher Ge- er Herrſcher von Khatai leſen können. Nach eſten Reſultate der wichtigen Forſchungen von s Julien hatte aber in China ſelbſt ein Eiſen- wiſchen den Jahren 1041 und 1048, alſo faſt r vor Guttenberg, bewegliche Typen von ge- Thone angewandt. Das iſt die Erfindung ching, die aber ohne Anwendung blieb.

die Beweiſe in meinem Examen crit. T. II. 20. Joſafat Barbaro (1436) und Ghiſlin von (1555) fanden noch zwiſchen Tana (Aſow), d dem Erbie (der Wolga) Alanen und deutſch gothiſche Stämme (Ramuſio, delle Navi- et Viaggi Vol. II. p. 92, b und 98, a). Roger nnt Rubruquis immer nur frater Willielmus, minus Rex Franciae misit ad Tartaros.

s große und herrliche Werk des Marco Polo ne di Messer Marco Polo), wie wir es in der Ausgabe des Grafen Baldelli beſitzen, wird eine Reiſe genannt; es iſt größtentheils ein bendes, man möchte ſagen ſtatiſtiſches Werk, m ſchwer zu unterſcheiden iſt, was der Reiſende hen, was er von Anderen erfahren oder aus to-

pographiſchen Beſchreibungen, an denen die chineſiſche Literatur ſo reich iſt und die ihm durch ſeinen perſiſchen Dolmetſcher zugänglich werden konnten, geſchöpft habe. Die auffallende Aehnlichkeit des Reiſeberichts von Hiuan-thſang, dem buddhiſtiſchen Pilger des ſiebenten Jahrhunderts, mit dem, was Marco Polo von dem Pamir-Hochlande 1277 erfahren, hatte früh meine ganze Aufmerkſamkeit auf ſich gelenkt. Der der aſiatiſchen Sprachkunde leider ſo früh entzogene Jacquet, der ſich, wie Klaproth und ich, lange mit dem venetianiſchen Reiſenden beſchäftigt hatte, ſchrieb mir kurz vor ſeinem Tode: Je suis frappé comme Vous de la forme de rédaction littéraire du Milione. Le fond appartient sans doute à l'observation directe et personelle du voyageur, mais il a probablement employé des documents qui lui ont été communiqués soit officiellement, soit en particulier. Bien des choses paraissent avoir été empruntées à des livres chinois et mongols, bien que ces influences sur la composition du Milione soient difficiles à reconnaître dans les traductions successives sur lesquelles Polo aura fondé ses extraits. Eben ſo ſehr als die neueren Reiſenden ſich nur zu gern mit ihrer Perſon beſchäftigen, iſt dagegen Marco Polo bemüht, ſeine eigenen Beobachtungen mit den ihm mitgetheilten officiellen Angaben, deren er, als Gouverneur der Stadt Bangui, viele haben konnte, zu vermengen. (S. meine Asie centrale T. II. p. 395.) Die compilirende Methode des berühmten Reiſenden macht auch begreiflich, daß er im Gefängniß in Genua 1295 wie im Angeſicht vorliegender Documente ſeinem mitgefangenen Freunde Meſſer Ruſtigielo aus Piſa ſein Buch dictiren konnte. (Vergl. Marsden, Travels of Marco Polo p. XXXIII.)

finden sich sonderbar in Rubruquis, dessen Reisenachrichten uns Roger Bacon aufbewahrt, vermischt. Nahe bei dem Khatai, „das vom östlichen Meere begrenzt ist," beschreibt er ein glückliches Land, „in welchem fremde Männer und Frauen, so wie sie eingewandert sind, zu altern aufhören" *). Leichtgläubiger noch als der Brabanter Mönch, aber deshalb auch weit mehr gelesen, war der englische Ritter John Mandeville. Er beschreibt Indien und China, Ceylon und Sumatra. Der Umfang und die individuelle Form seiner Beschreibungen haben (wie die Itinerarien von Balducci Pegoletti und die Reise des Ruy Gonzalez de Clavijo) nicht wenig dazu beigetragen, den Hang zu einem großen Weltverkehr zu beleben.

Man hat oft und mit sonderbarer Bestimmtheit behauptet, das vortreffliche Werk des wahrheitsliebenden Marco Polo, besonders die Kenntniß, welche dasselbe über die chinesischen Häfen und den indischen Archipelagus verbreitete, habe einen großen Einfluß auf Columbus ausgeübt, ja dieser sei sogar im Besitz eines Exemplares von Marco Polo auf seiner ersten Entdeckungsreise gewesen †). Ich habe bewiesen, daß Christoph Columbus und sein Sohn Fernando wohl des Aeneas Sylvius (Papst Pius II.) Geographie von Asien, aber nie Marco Polo und Mandeville nennen. Was sie von Quinsay, Zaitun Mango und Zipangu wissen, kann aus dem berühmten Briefe des Toscanelli von 1474 über die Leichtigkeit, das östliche Asien von Spanien aus zu erreichen, aus den Erzählungen des Nicolo de' Conti, welcher 25 Jahr lang Indien und das südliche China durchreist war, genommen sein, ohne unmittelbare Bekanntschaft mit den Capiteln 68 und 77 des 2ten Buchs des Marco Polo. Die älteste gedruckte Ausgabe seiner Reise ist eine, dem Columbus und Toscanelli gewiß gleich unverständlich gebliebene, deutsche Uebersetzung von 1477. Daß Columbus zwischen den Jahren 1471 und 1492, in denen er sich mit seinem Projecte, „den Osten durch den Westen zu suchen (buscar el levante por el poniente, pasar á donde nacen las especerias, navegando al occidente)," beschäftigte, ein Manuscript des venetianischen Reisenden gesehen haben könne, darf als Möglichkeit freilich nicht geläugnet werden ‡); aber warum würde er sich in dem Briefe an die Monarchen aus Jamaica vom 7. Junius 1503, wo er die Küste von Veragua als einen Theil des asiatischen Ciguare nahe beim Ganges beschreibt und Pferde mit goldenem Geschirr zu sehen hofft, nicht lieber des Zipangu von Marco Polo als des Papa Pio erinnert haben?

Wenn die diplomatischen Missionen der Mönche und wohlgeleitete mercantilische Landreisen zu einer Zeit, wo die Weltherrschaft der Mongolen vom stillen Meere bis an die Wolga das Innere von Asien zugänglich machte, den großen seefahrenden Nationen eine Kenntniß von Khatai und Zipangu (China und Japan) verschafften, so bahnte die Sendung des Pedro de Covilham und Alonso de Payva (1487), welche König Johann II. veranstaltete, um den „afrikanischen Priester Johannes" aufzusuchen, den Weg, wenn auch nicht für Bartholomäus Diaz, doch für Vasco de Gama. Vertrauend den Nachrichten, welche in Calicut, Goa und Aden wie in Sofala an der Ostküste Afrika's von indischen und arabischen Piloten eingezogen wurden, ließ Covilham den König Johann II. durch zwei Juden aus Cairo wissen, daß, wenn die Portugiesen ihre Entdeckungsreisen an der Westküste gegen Süden weiter fortsetzten, sie an die Endspitze von Afrika gelangen würden, von wo aus die Schifffahrt nach der Mondinsel (Magastar des Polo), nach Zanzibar und dem goldreichen Sofala überaus leicht wäre. Ehe aber diese Nachrichten nach Lissabon

---

*) Purchas, Pilgrimes Part III. chapt. 28 und 56 (p. 23 und 34).

†) Navarrete, Coleccion de los Viages y Descubrimientos que hicieron por mar los Españoles T. I. p. 261; Washington Irving, History of the life and voyages of Cristopher Columbus 1828 Vol. IV. p. 297.

‡) Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 63 und 215, T. II. p. 350; Marsden, Travels of Marco Polo p. LVII, LXX und LXXV. Während des Lebens des Columbus erschien gedruckt die erste deutsche Nürnberger Uebersetzung von 1477 (das puch des edeln Ritters un landtfarers Marcho Polo), die erste lateinische Uebersetzung von 1490, die ersten italiänischen und portugiesischen Uebersetzungen von 1496 und 1502.

ſangten, wußte man dort längſt, das Bartholomäus Diaz das Vorgebirge der guten ffnung (Cabo tormentoso) nicht blos entdeckt, ſondern (wenn auch nur auf eine kleine trecke) umſchifft hatte *). Durch Aegypten, Abyſſinien und Arabien konnten ſich übrigens r früh im Mittelalter Nachrichten von den indiſchen und arabiſchen Handelsſtationen der afrikaniſchen Oſtküſte und von der Configuration der Südſpitze des Continents nach nedig verbreitet haben. Die triangulare Geſtalt von Afrika iſt in der That ſchon auf n Planiſphärium des Sanuto †) von 1306 in dem genueſiſchen Portulano della Mediceo-aurenziana von 1351, welchen der Graf Baldelli aufgefunden, und in der Weltkarte von a Mauro deutlich abgebildet. Die Geſchichte der Weltanſchauung bezeichnet, ohne dabei verweilen, die Epochen, in denen die Hauptgeſtaltung der großen Continental-Maſſen erſt erkannt wurde.

Indem die ſich allmälig entwickelnde Kenntniß der Raumverhältniſſe dazu anregte auf kürzungen von Seewegen zu denken, wuchſen auch ſchnell die Mittel, durch Anwendung r Mathematik und Aſtronomie, durch Erfindung neuer Meßinſtrumente und geſchicktere enutzung der magnetiſchen Kräfte die praktiſche Nautik zu vervollkommnen. Die Be-tzung der Nord- und Südweiſung des Magnets, d. i. den Gebrauch des Seecom-ſſes, verdankt Europa ſehr wahrſcheinlich den Arabern und dieſe verdanken ſie wiederum n Chineſen. In einem chineſiſchen Werke (in dem hiſtoriſchen Szuki des Szumathſian, nes Schriftſtellers aus der erſten Hälfte des zweiten Jahrhunderts vor unſerer Zeitrech-ung) wird der magnetiſchen Wagen erwähnt, welche der Kaiſer Tſchingwang aus er alten Dynaſtie der Tſcheu über 900 Jahre früher den Geſandten von Tunkin und Cochinchina geſchenkt hatte, damit ſie ihren Landweg zur Rückkehr nicht verfehlen möchten. Im dritten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, unter der Dynaſtie der Han, wird in Hiu-ſchin's Wörterbuche Schuewen die Art beſchrieben, wie man durch methodiſches Streichen einem Eiſenſtabe die Eigenſchaft giebt, ſich mit dem einen Ende gegen Süden zu richten. Wegen der gewöhnlichſten Richtung der daſigen Schifffahrt wird immer vorzugsweiſe die Südweiſung erwähnt. Hundert Jahre ſpäter, unter der Dynaſtie der Tſin, benutzten die-ſelbe ſchon chineſiſche Schiffe, um ihre Fahrt auf offenem Meere ſicher zu leiten. Durch dieſe Schiffe hatte die Kenntniß der Buſſole ſich nach Indien und von da nach der Oſtküſte von Afrika verbreitet. Die arabiſchen Benennungen zohron und aphron (für Süd und Nord) ‡), welche Vincenz von Beauvais in ſeinem Naturſpiegel den beiden Enden der

---

*) Barros Dec. I. liv. III cap. 4 p. 190 ſagt ausdrücklich, daß: „Bartholomeu Diaz, e os de sua companhia per causa dos perigos, e tormentas, que ... o dobrar delle passáram, lhe puzeram nome Tormentoso." Das Verdienſt der erſten Umſchiffung gehört alſo nicht dem Vasco de Gama, wie man gewöhnlich annimmt. Diaz war am Vorgebirge im Mai 1487, alſo faſt zu derſelben Zeit, als Pedro de Covilham und Affonſo de Payva von Barcelona aus ihre Expedition antraten. Schon im December 1487 brachte Diaz ſelbſt die Nachricht ſeiner wichtigen Entdeckung nach Portugal. Das Planiſphärium des Sanuto, der ſich ſelbſt „Marinus Sanuto dictus Torxellus de Venetiis" nennt, gehört zu dem Werke Secreta fidelium Crucis. „Marinus prêcha adroitement une croisade dans l'intérêt du commerce, voulant détruire la prospérité de l'Égypte et diriger toutes les marchandises de l'Inde par Bagdad, Bassora et Tauris (Tebriz) à Caffa, Tana (Azow), et aux côtes asiatiques de la Méditerranée. Contemporain et compatriote de Polo dont il n'a pas connu le Milione, Sanuto s'élève à de grandes vues de politique commerciale. C'est Raynal du moyen-âge, moins l'incrédulité d'un des philosophe du 18me siècle." (Examen crit. T. p. 231 und 333–348.) Das Vorgebirge der guten Hoffnung heißt Capo di Diab auf der Carte des Fra Mauro, welche zwiſchen 1457 und 1459 zuſammengetragen wurde: ſ. die gelehrte Schrift des Cardinals Zurla: Il Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese 1806 § 54.

‡) Avron oder avr (aur) iſt ein ſeltneres Wort für Nord ſtatt des gewöhnlichen ſchemâl; das arabiſche zohron oder sohr, von welchem Klaproth irrthümlich das ſpaniſche sur und portugieſiſche sul (das mit unſerm Süd ohne Zweifel ein ächt germaniſches Wort iſt) abzuleiten ſucht, paßt nicht eigentlich zu der Benennung der Weltgegend: es bedeutet nur die Zeit des hohen Mittages; Süden heißt dschenûb. Ueber die frühe Kenntniß der Chineſen von der Südweiſung der Magnetnadel ſ. Klaproth's wichtige Unterſuchungen in der Lettre à M. A. de Humboldt, sur l'invention de la Boussole 1834 p. 41, 45, 50, 66, 79 und 90, und die ſchon 1805 erſchienene Schrift von Azuni aus Nizza, Dissertation sur l'origine de la Boussole p. 35 und 65–68. Navarrete in ſeinem Discurso historico sobre los progresos del Arte de Navegar en España 1802 p. 28 erinnert an eine merkwürdige Stelle in den ſpaniſchen Leyes de las partidas (II, tit. IX ley 28) aus der Mitte des 13ten Jahrhunderts: „die Nadel, welche den Schiffer in der finſteren Nacht leitet und ihm bei gutem wie bei böſem Wetter zeigt, wohin er ſich richten ſoll, iſt die Vermittlerin (medianera) zwiſchen dem Magnetſteine (la piedra) und dem Nordſterne ...." S. die Stelle in: Las siete partidas del Sabio Rey

Magnetnadel giebt, bezeugen (wie die vielen arabiſchen Sternnamen, deren wir uns heute noch bedienen), auf welchem Wege und durch wen das Abendland belehrt wurde. In der chriſtlichen Europa iſt von dem Gebrauch der Nadel, als von einem ganz bekannten Gegenſtande, zuerſt in einem politiſch-ſatiriſchen Gedichte la Bible des Guyot von Provins 1190 und in der Beſchreibung von Paläſtina des Biſchofs von Ptolemais Jacob von Vitry zwiſchen 1204 und 1215 geredet worden. Auch Dante (Parad. XII, 29) erwähnt in einem Gleichniß der Nadel (ago), „die nach dem Sterne weiſt."

Dem Flavio Gioja aus Poſitano, unweit des ſchönen und durch ſeine weit verbreiteten Seegeſetze ſo berühmten Amalfi, hat man lange die Erfindung des Seecompaſſes zugeſchrieben; vielleicht war von demſelben (1302) irgend eine Vervollkommnung in der Verrichtung angegeben worden. Eine viel frühere Benutzung des Compaſſes in den europäiſchen Gewäſſern als im Anfang des 14ten Jahrhunderts beweiſt auch eine nautiſche Schrift des Raymundus Lullus aus Majorca, des ſonderbaren geiſtreichen, excentriſchen Mannes, deſſen Doctrinen Giordano Bruno ſchon als Knaben begeiſterten*) und der zugleich philoſophiſcher Syſtematiker, Scheidekünſtler, chriſtlicher Bekehrer und Schifffahrtskundiger war. In ſeinem Buche Fenix de las maravillas del orbe, das im Jahr 1286 verfaßt iſt, ſagt Lullus, daß die Seefahrer ſeiner Zeit ſich der „Meßinſtrumente, der Seekarten und Magnetnadel" bedienten †). Die frühen Schifffahrten der Catalanen nach der Nordküſte von Schottland und nach der Weſtküſte des tropiſchen Afrika (Don Jayme Ferrer gelangte im Monat Auguſt 1346 an den Ausfluß des Rio de Ouro), die Entdeckung der Azoren (Brazil-Inſeln der Weltkarte von Picigano 1367) durch die Normänner erinnern uns, daß lange vor Columbus man den freien weſtlichen Ocean durchſchiffte. Was unter der Römerherrſchaft im indiſchen Meere zwiſchen Ocelis und der malabariſchen Küſte bloß im Vertrauen auf die Regelmäßigkeit der Windesrichtungen ‡) ausgeführt wurde, geſchah jetzt unter Leitung der Magnetnadel.

Die Anwendung der Aſtronomie auf die Schifffahrtskunde war vorbereitet durch den Einfluß, welchen vom 13ten zum 15ten Jahrhundert in Italien Andalone del Nero und der Berichtiger der Alphonſiniſchen Himmelstafeln Johann Bianchini, in Deutſchland Nicolaus von Cuſa ||), Georg von Peuerbach und Regiomontanus ausübten. Aſtrolabien zur Beſtimmung der Zeit und der geographiſchen Breite durch Meridianhöhen, anwendbar auf einem immer bewegten Elemente, erhielten allmälige Vervollkommnung: ſie erhielten ſie von dem Aſtrolabium der Piloten von Majorca an, welches Raymund Lullus ¶) in dem Jahre 1295 in ſeiner Arte de navegar beſchreibt, bis zu dem, das Martin Behaim 1484 zu Liſſabon zu Stande brachte und das vielleicht nur eine Vereinfachung des Meteoroſcops ſeines Freundes Regiomontanus war. Als der Infant Heinrich der Seefahrer (Herzog von Viſeo) in Sagres eine Piloten-Akademie ſtiftete, wurde Maeſtro Jayme aus Majorca zum Direktor derſelben ernannt. Martin Behaim hatte den Auftrag vom König Johann II. von Portugal, Tafeln für die Abweichung der Sonne zu berechnen und die Piloten zu lehren „nach Sonnen- und Sternhöhen zu ſchiffen." Ob man ſchon am Ende des 15ten Jahrhunderts die Vorrichtung der Logleine gekannt habe, um neben der durch den Com-

Don Alonso el IX (nach gewöhnlicher Zählung el X), Madrid 1829 T. I. p. 473.

*) Jordano Bruno par Christian Bartholmèss 1847 T. II. p. 181–187.

†) „Tenian los mareantes *instrumento, carta, compas y aguja.*" Salazar, Discurso sobre los progresos de la Hydrografia en España 1809 p. 7.

‡) Kosmos Buch II. S. 279.

||) Ueber Cuſa (Nicolaus von Cuß, eigentlich von Cues an der Moſel) ſ. oben Kosmos Buch II. S. 244. und Clemens Abhandlung über Giordano Bruno und Nicolaus de Cuſa S. 97, wo ein wichtiges, erſt vor drei Jahren aufgefundenes Bruchſtück von Cuſa's eigener Hand, eine dreifache Bewegung der Erde betreffend, mitgetheilt wird. (Vergl. auch Chasles, Aperçu sur l'origine des méthodes en Géométrie 1837 p. 578.)

¶) Navarrete, Disertacion histórica sobre la parte que tuviéron los Españoles en las guerras de Ultramar ó de las Cruzadas 1816 p. 100 und Examen crit. T. I. p. 274–277. Dem Lehrer des Regiomontanus, Georg von Peurbach, wird eine wichtige Verbeſſerung der Beobachtung durch den Gebrauch des Sextanten zugeſchrieben. Letzteres wurde aber längſt von den Arabern angewandt, wie die im 13ten Jahrhundert abgefaßte Beſchreibung der aſtronomiſchen Inſtrumente von Abul-Haſſan Ali lehrt; Sédillot, Traité des instruments astronomiques des Arabes 1835 p. 278, 1841 p. 205.

paß beſtimmten Richtung auch die Länge des zurückgelegten Weges zu ſchätzen, kann nicht entſchieden werden; doch iſt gewiß, daß Pigafetta, Magellan's Begleiter, von dem Log (la catena a poppa) wie von einem längſt bekannten Mittel ſpricht, den zurückgelegten Weg zu meſſen *).

*) Es iſt in allen Schriften über die Schifffahrtskunde, die ich unterſucht, die irrige Meinung verbreitet, als ſei das Log zur Meſſung des zurückgelegten Weges nicht früher angewandt worden, als ſeit dem Ende des 16ten oder im Anfang des 17ten Jahrhunderts. In der Encyclopaedia britannica (7th edit. von 1842) Vol. XIII. p. 416 heißt es noch: „the author of the device for measuring the ship's way is not known and *no mention of it occurs* till the year 1607 in an East India voyage published by Purchas." Dieſes Jahr iſt auch in allen früheren und ſpäteren Wörterbüchern (Gehler Bd. VI. 1831 S. 450) als äußerſte Grenze angeführt worden. Nur Navarrete in der Disertacion sobre los progresos del Arte de Navegar 1802 ſetzt den Gebrauch der Loglinie auf engliſchen Schiffen in das Jahr 1577 (Duflot de Mofras, Notice biographique sur Mendoza et Navarrete 1845 p. 64); ſpäter, an einem anderen Orte (Coleccion de los Viages de los Españoles T. IV. 1837 p. 97), behauptet er: „zu Magellan's Zeiten ſei die Schnelligkeit des Schiffes nur á ojo (nach dem Augenmaße) geſchätzt worden, bis erſt im 16ten Jahrhunderte die corredera (das Log) erfunden wurde." Die Meſſung der „geſegelten Diſtanz" durch Auswerfen der Loglinie iſt, wenn auch das Mittel an ſich unvollkommen genannt werden muß, doch von ſo großer Wichtigkeit für die Kenntniß der Schnelligkeit und Richtung oceaniſcher Strömungen geworden, daß ich ſie zu einem Gegenſtande ſorgfältiger Unterſuchungen habe machen müſſen. Ich theile hier die Hauptreſultate mit, die in dem noch nicht erſchienenen 6ten Bande meines Examen critique de l'histoire de la Géogr. et des progrès de l'Astronomie nautique enthalten ſind. Die Römer hatten zur Zeit der Republik auf ihren Schiffen Wegmeſſer, die in 4 Fuß hohen, mit Schaufeln verſehenen Rädern an dem äußern Schiffsborde beſtanden, ganz wie bei unſeren Dampfſchiffen und wie bei der Vorrichtung zur Bewegung von Fahrzeugen, welche Blasco de Garay 1543 zu Barcelona dem Kaiſer Carl V. angeboten hatte (Arago, Annuaire du Bur. des Long. 1829 p. 152). Der altrömiſche Wegmeſſer (ratio a majoribus tradita, qua in via rheda sedentes vel mari navigantes scire possumus, quot millia numero itineris fecerimus) iſt umſtändlich von Vitruvius (lib. X cap. 14), deſſen Auguſteiſches Zeitalter freilich neuerlichſt von C. Schultz und Ofann ſehr erſchüttert worden iſt, beſchrieben. Durch drei in einander greifende gezähnte Räder und das Herabfallen kleiner runder Steinchen aus einem Radgehäuſe (loculamentum), das nur ein einziges Loch hat, ward die Zahl der Umgänge der äußeren Räder, die in das Meer tauchten, und die Zahl der zurückgelegten Meilen in einer Tagereiſe angegeben. Ob dieſe Hodometer im mittelländiſchen Meere viel gebraucht worden ſind, „da ſie Nutzen und auch Vergnügen" gewähren konnten, ſagt Vitruvius nicht. In der Lebensbeſchreibung des Kaiſers Pertinax von Julius Capitolinus wird des verkauften Nachlaſſes des Kaiſers Commodus erwähnt (cap. 8 in Hist. Augustae Script. ed. Lugd. Bat. 1671 T. I. p. 554), in welchem ſich ein Reiſewagen, mit einer ähnlichen Hodometer-Einrichtung verſehen, befand. Die Räder gaben zugleich „das Maaß des zurückgelegten Weges und die Dauer der Reiſe" in Stunden an. Einen viel vollkommeneren, ebenfalls zu Waſſer und zu Lande gebrauchten Wegmeſſer hat Hero von Alexandrien, der Schüler des Kteſibius, in ſeiner, griechiſch noch unedirten Schrift über die Dioptren beſchrieben (ſ. Venturi, Comment sopra la Storia dell' Ottica, Bologna 1814 T. I. p. 134–139). In der Literatur des ganzen Mittelalters findet ſich wohl nichts über den Gegenſtand, den wir hier behandeln, bis man zu der Epoche der vielen kurz nach einander verfaßten, oder in Druck erſchienenen Lehrbücher der Nautik von Antonio Pigafetta (Trattato di Navigazione, wahrſcheinlich vor 1530), Franciſco Falero (1535, Bruder des Aſtronomen Ruy Falero, der den Magellan auf ſeiner Reiſe um die Welt begleiten ſollte und ein Regimiento para observar la longitud en la mar hinterließ) Pedro de Medina aus Sevilla (Arte de navegar 1545), Martin Cortes aus Bujalaroz (Breve Compendio de la esfera y de la arte de navegar 1551) und Andres Garcia de Ceſpedes (Regimiento de Navegacion y Hidrografia 1606) gelangt. Aus faſt allen dieſen, zum Theil jetzt ſehr ſeltenen Werken, wie aus der Suma de Geografia, welche Martin Fernandez de Enciſo 1519 herausgab, erkennt man deutlichſt, daß die „geſegelte Diſtanz" auf ſpaniſchen und portugieſiſchen Schiffen nicht durch irgend unmittelbare Meſſung, ſondern nur durch Schätzung nach dem Augenmaaße und nach gewiſſen numeriſch feſtgeſetzten Grundſätzen zu beſtimmen gelehrt wird. Medina ſagt (Libro III cap. 11 und 12): um den Curs des Schiffes in der Länge des durchlaufenen Raumes zu kennen, muß der Pilot nach Stunden (d. h. durch die Sanduhr, ampolleta, geleitet) in ſeinem Regiſter aufzeichnen, wie viel das Schiff zurückgelegt; er muß deshalb wiſſen, daß das meiſte, was er in einer Stunde fortſchreitet, vier Meilen ſind, bei ſchwächerem Winde drei, auch nur zwei . . . . . " Ceſpedes (Regimiento p. 99 und 156) nennt dies Verfahren, wie Medina, echar punto por fantasia. Dieſe fantasia hängt allerdings, wenn man großen Irrthum vermeiden will, wie Enciſo richtig bemerkt, von der Kenntniß ab, welche der Pilot von der Qualität ſeines Schiffes hat; aber im ganzen wird jeder, der lange auf dem Meere war, doch meiſt mit Verwunderung bemerkt haben, wie übereinſtimmend die bloße Schätzung der Geſchwindigkeit des Schiffes, bei nicht ſehr hohem Wellenſchlage, mit dem ſpäter erhaltenen Reſultate des ausgeworfenen Logs iſt. Einige ſpaniſche Piloten nennen die alte, freilich gewagte Methode bloßer Schätzung (cuenta de estima), gewiß ſehr ungerecht ſarcaſtiſch, la corredera de los Holandeses, corredera de los perezosos. In dem Schiffsjournale des Chriſtoph Columbus wird oft des Streites gedacht mit Alonſo Pinzon über die Länge des zurückgelegten Weges ſeit der Abfahrt von Palos. Die gebrauchten Sanduhren, ampolletas, liefen in einer halben Stunde ab, ſo daß der Zeitraum von Tag und Nacht zu 48 ampolletas gerechnet wurde. Es heißt in jenem wichtigen Schiffsjournale des Columbus (z. B. den 22. Januar 1493): andaba 8 millas por hora hasta pasadas 5 ampolletas, y 3 antes que comenzase la guardia, que eran 8 ampolletas (Navarrete T. I. p. 143). Das Log, la corredera, wird nie genannt. Soll man annehmen, Columbus habe es gekannt, benutzt und als ein ſchon ſehr gewöhnliches Mittel nicht zu nennen nöthig erachtet, wie Marco Polo nicht des Theers und der chineſiſchen Mauer erwähnt hat? Eine ſolche Annahme ſcheint mir ſchon deshalb ſehr unwahrſcheinlich, weil in den Vorſchlägen, welche der Pilot Don Jayme Ferrer 1495 einreicht, um die Lage der päbſtlichen Demarcationslinie genau zu ergründen, es auf die Beſtimmung der „geſegelten Diſtanz" ankommt, und doch nur das übereinſtimmende Urtheil (juicio) von 20 ſehr erfahrenen Seeleuten angerufen wird (que apunten en su carta de 6 en 6 horas el camino que la nao fará segun su juicio). Hätte das Log angewandt werden ſollen, ſo würde Ferrer gewiß vorgeſchrieben haben, wie oft es ausgeworfen

Der Einfluß der arabiſchen Civiliſation, der aſtronomiſchen Schulen von Cordova, Sevilla und Granada auf das Seeweſen in Spanien und Portugal iſt nicht zu überſehen. Man ahmte für das Seewesen im kleinen die großen Inſtrumente der Schulen von Bagdad und Cairo nach. Auch die Namen gingen über. Der des Aſtrolabon, welches Martin Behaim an den großen Maſt befeſtigte, gehört urſprünglich dem Hipparch. Als Vasco de Gama an der Oſtküſte von Afrika landete, fand er, daß die indiſchen Piloten in Melinde den Gebrauch der Aſtrolabien und Balleſtillen kannten*). So war durch Mittheilung bei zunehmendem Weltverkehr wie durch eigene Erfindungsgabe und gegenſeitige Befruchtung des mathematiſchen und aſtronomiſchen Wiſſens alles vorbereitet, um die Entdeckung des tropiſchen Amerika's, die ſchnelle Beſtimmung ſeiner Geſtaltung, die Schiffahrt um die Südſpitze von Afrika nach Indien, und die erſte Weltumſeglung, d. h. alles, was großes und ruhmwürdiges für die erweiterte Kenntniß des Erdraumes in dreißig Jahren (von 1492 bis 1522) geſchehen iſt, zu erleichtern. Auch der Sinn der Menſchen war geſchärfter, um die grenzenloſe Fülle neuer Erſcheinungen in ſich aufzunehmen, zu verarbeiten und durch Vergleichung für allgemeine und höhere Weltanſichten zu benutzen.

Von den Elementen dieſer höheren Weltanſichten, ſolcher, die zu der Einſicht in den Zuſammenhang der Erſcheinungen auf dem Erdkörper leiten konnten, genügt es hier, nur die vorzüglicheren zu berühren. Wenn man ſich ernſthaft mit den Originalwerken der früheſten Geſchichtsſchreiber der Conquista beſchäftigt, ſo erſtaunt man, oft ſchon den Keim wichtiger phyſiſcher Wahrheiten in den ſpaniſchen Schriftſtellern des 16ten Jahrhunderts zu entdecken. Bei dem Anblick eines Feſtlandes, welches in den weiten Einöden des Oceans von allen anderen Gebieten der Schöpfung getrennt erſchien, bot ſich ſowohl der angeregten Neugierde der erſten Reiſenden, als denen, welche ihre Erzählungen ſammelten, ein großer Theil der wichtigen Fragen dar, die uns noch heute beſchäftigen: Fragen über die Einheit des Menſchengeſchlechts und deſſen Abweichungen von einer gemeinſamen Urgeſtaltung; über die Wanderungen der Völker und die Verſchwiſterung von Sprachen, welche in ihren Wurzelwörtern oft größere Verſchiedenheit als in den Flexionen oder grammatiſchen Formen offenbaren; über die Möglichkeit der Wanderung von Pflanzen- und Thierarten; über die Urſache der Paſſatwinde und der conſtanten Meeresſtrömungen; über die regelmäßige Wärmeabnahme an dem Abhange der Cordilleren und in der Tiefe des Oceans in über einander gelagerten Waſſerſchichten; über die gegenſeitige Einwirkung der in Ketten auftretenden Vulkane und den Einfluß derſelben auf die Frequenz der Erdbeben und die Ausdehnung der Erſchütterungskreiſe. Die Grundlage von dem, was man heute phyſikaliſche Erdbeſchreibung nennt, iſt, die mathematiſchen Betrachtungen abgerechnet, in des Jeſuiten Joſeph Acoſta Historia natural y moral de las Indias, wie in dem, kaum 20 Jahre nach dem Tode des Columbus erſchienenen Werke von Gonzalo Hernandez de Oviedo enthalten. In keinem anderen Zeitpunkte ſeit dem Entſtehen des geſellſchaftlichen Zuſtandes war der Ideenkreis in Bezug auf die Außenwelt und die räumlichen Verhältniſſe ſo plötzlich und auf eine ſo wunderbare Weiſe erweitert, das Bedürfniß lebhafter gefühlt worden, die Natur unter verſchiedenen Breitengraden und in verſchiedenen Höhen über

---

werden ſollte. Die erſte Anwendung des Loggens finde ich in einer Stelle von Pigafetta's Reiſejournal der Magellaniſchen Weltumſeglung, das lange in der Ambroſianiſchen Bibliothek in Mailand unter den Handſchriften vergraben lag. Es heißt darin im Januar 1521, als Magellan ſchon in die Südſee gelangt war: secondo la misura che facevamo del viaggio colla catena a poppa, noi percorrevamo da 60 in 70 leghe al giorno (Amoretti, Primo Viaggio intorno al Globo terracqueo, ossia Navigazione fatta dal Cavaliere Antonio Pigafetta sulla squadra del Cap. Magaglianes, 1800, p. 46). Was kann dieſe Vorrichtung der Kette am Hintertheil des Schiffes (catena a poppa), „deren wir uns auf der ganzen Reiſe bedienten, um den Weg zu meſſen," anders geweſen ſein als eine unſerem Log ähnliche Einrichtung? Der aufgewickelten, in Knoten getheilten Loglinie, des Logbrettes oder Logſchiffes und des Halb-Minuten- oder Logglaſes geſchieht keine beſondere Erwähnung; aber dieſes Stillſchweigen kann nicht verwundern, wenn von einer längſt bekannten Sache geredet wird. Auch in dem Theile des Trattato di Navigazione des Cavaliere Pigafetta, den Amoretti im Auszuge geliefert hat (freilich nur von 10 Seiten), wird die catena della poppa nicht wieder genannt.

*) Barros Dec. I. liv. IV. p. 320.

der Meeresfläche zu beobachten, die Mittel zu vervielfältigen, durch welche sie befragt werden kann.

Man möchte sich vielleicht, wie ich schon an einem andern Orte *) bemerkt habe, zu der Annahme verleiten lassen, daß der Werth so großer Entdeckungen, die sich gegenseitig hervorriefen, der Werth dieser zwiefachen Eroberungen in der physischen und in der intellectuellen Welt erst in unseren Tagen anerkannt worden ist, seitdem die Culturgeschichte des Menschengeschlechts sich einer philosophischen Behandlung erfreut. Eine solche Annahme wird durch die Zeitgenossen des Columbus widerlegt. Die talentvollsten unter ihnen ahndeten den Einfluß, welchen die Begebenheiten der letzten Jahre des funfzehnten Jahrhunderts auf die Menschheit ausüben würden. „Jeder Tag," schreibt Peter Martyr von Anghiera †) in seinen Briefen aus den Jahren 1493 und 1494, „bringt uns neue Wunder aus einer Neuen Welt, von jenen Antipoden des Westen, die ein gewisser Genueser (Christophorus quidam, vir Ligur) aufgefunden hat. Von unseren Monarchen, Ferdinand und Isabella, ausgesandt, hatte er mit Mühe drei Schiffe erlangen können, weil man für fabelhaft hielt, was er sagte. Unser Freund Pomponius Lätus (einer der ausgezeichnetsten Beförderer der classischen Literatur und wegen seiner religiösen Meinungen zu Rom verfolgt) hat sich kaum der Freudenthränen enthalten können, als ich ihm die erste Nachricht von einem so unverhofften Ereignisse mittheilte." Anghiera, dem wir diese Worte entlehnen, war ein geistreicher Staatsmann an dem Hofe Ferdinands des Catholischen und Carls V., einmal Gesandter in Aegypten, persönlicher Freund von Columbus, Amerigo Vespucci, Sebastian Cabot und Cortes. Sein langer Lebenslauf umfaßt die Entdeckung der westlichsten azorischen Insel, Corvo, die Expeditionen von Diaz, Columbus, Gama und Magellan. Der Papst Leo X. las seiner Schwester und den Cardinälen „bis in die tiefe Nacht," die Oceanica des Anghiera vor. „Spanien," sagt dieser, „möchte ich von jetzt an nicht wieder verlassen, weil ich hier an der Quelle der Nachrichten aus den neu entdeckten Ländern stehe und als Geschichtsschreiber so großer Begebenheiten hoffen darf, meinem Namen einigen Ruhm bei der Nachwelt zu verschaffen" ‡). So lebhaft wurde von den Zeitgenossen gefühlt, was glänzend in den spätesten Erinnerungen aller Jahrhunderte leben wird.

Columbus, indem er das westlich von dem Meridian der azorischen Inseln noch ganz unerforschte Meer durchschiffte und zur Ortsbestimmung das neu vervollkommnete Astrola-

*) Examen crit. T. I. p. 3–6 und 290.

†) Vergl. Opus Epistolarum Petri Martyris Anglerii Mediolanensis 1670 ep. CXXX und CLII. „Prae laetitia prosiliisse te, vixque à lachrymis prae gaudio temperasse, quando literas adspexisti meas, quibus de Antipodum Orbe, latenti hactenus, te certiorem feci, mi suavissime Pomponi, insinuavi. Ex tuis ipse literis colligo, quid senseris. Sensisti autem, tantique rem fecisti, quanti virum summa doctrina insignitum decuit. quis namque cibus sublimibus praestari potest ingeniis isto suavior? quod condimentum gratius? à me facio conjecturam. Beari sentio spiritus meos, quando aceitos allegor prudentes aliquos ex his qui ab ea redeunt provincia (Hispaniola insula)." Der Ausdruck Christophorus quidam Colonus erinnert, ich sage nicht an das so oft und mit Unrecht citirte nescio quis Plutarchus bei Aulus Gellius (Noct. Atticae XI, 16), eher wohl an das quodam Cornelio scribente in dem Ostgothenschreiben des Königs Theoderich an den Fürsten der Aestyer, welcher aus der Germ. cap. 45 des Tacitus über den wahren Ursprung des Bernsteins belehrt werden sollte.

‡) Opus Epistol. No. CCCCXXXVII und DLXII. Auch der begeisterte Wundermann Hieronymus Cardanus, Phantasiast und doch scharfsinniger Mathematiker zugleich, macht in seinen physischen Problemen darauf aufmerksam, was die Erdkunde den Thatsachen verdanke, zu deren Beobachtung ein einziger Mann geleitet habe! Cardani Opera ed. Lugdun. 1663 T. II. Probl. p. 630 und 659: at nunc quibus te laudibus afferam, Christophore Columbi, non familiae tantum, non Genuensis urbis, non Italiae Provinciae, non Europae partis orbis solum sed humani generis decus. Wenn ich die Probleme des Cardanus mit denen aus der späten Schule des Stagiriten verglichen habe, so ist bei der Verworrenheit und Schwäche der physischen Erklärungen, welche in beiden Sammlungen fast gleichmäßig herrscht, mir doch augenscheinlich und für die Epoche einer so plötzlich erweiterten Erdkunde charakteristisch geworden, daß bei Cardanus der größere Theil der Probleme sich auf die vergleichende Meteorologie bezieht. Ich erinnere an die Betrachtungen über das warme Inselklima von England im Contrast mit dem Winter in Mailand; über die Abhängigkeit des Hagels von electrischen Explosionen; über die Ursach und Richtung der Meeresströmungen; über das Maximum der atmosphärischen Wärme und Kälte, das erst nach jedem der beiden Solstitien eintritt; über die Höhe der Schneeregion unter den Tropen; über die Temperatur, welche durch die Wärmestrahlung der Sonne und aller Sterne zugleich bedingt wird; über die größere Lichtstärke des südlichen Himmels u. s. w. „Kälte ist bloß Abwesenheit der Wärme. Licht und Wärme sind nur dem Namen nach verschieden, und in sich unzertrennlich." Cardani Opp. T. I. de vita propria p. 40; T. II. Probl. p. 621, 630–632, 653 und 713; T. III. de subtilitate p. 417.

bium anwandte, ſuchte das öſtliche Aſien auf dem Wege gegen Weſten nicht als ein Wesentheurer; er ſuchte es nach einem feſten vorgefaßten Plane. Er hatte allerdings die Seekarte am Bord, welche ihm der florentiner Arzt und Aſtronom Paolo Toscanelli 1477 geſchickt hatte und welche 53 Jahre nach ſeinem Tode noch Bartholomäus de las Caſas beſaß. Nach der handſchriftlichen Geſchichte des letzteren, die ich unterſucht, war dies auch die Carta de marear*), welche der Admiral am 25. September 1492 dem Martin Alonſo Pinzon zeigte und auf der mehrere vorliegende Inſeln eingezeichnet waren. Wäre indeß Columbus der Carte ſeines Rathgebers Toscanelli allein gefolgt, ſo würde er einen nördlicheren Curs und zwar im Parallelkreiſe von Liſſabon gehalten haben; er ſteuerte dagegen, in der Hoffnung Zipangu (Japan) ſchnell zu erreichen, die Hälfte des Weges in der Breite der canariſchen Inſel Gomera, und ſpäter, in Breite abnehmend, befand er ſich am 7. October 1492 unter 25° ½. Unruhig darüber, die Küſten von Zipangu nicht zu entdecken, die er nach ſeiner Schiffsrechnung ſchon 216 Seemeilen öſtlicher hatte finden ſollen, gab er nach langem Streite dem Befehlshaber der Caravele Pinta, dem eben genannten Martin Alonſo Pinzon (einem der drei reichen, einflußvollen, ihm feindlichen Brüder), nach und ſteuerte gegen Südweſt. Dieſe Veränderung der Richtung führte am 12. October zur Entdeckung von Guanahani.

Wir müſſen hier bei einer Betrachtung verweilen, die eine wunderſame Verkettung kleiner Begebenheiten und den nicht zu verkennenden Einfluß einer ſolchen Verkettung auf große Weltſchickſale offenbart. Der verdienſtvolle Waſhington Irving hat mit Recht behauptet, daß, wenn Columbus, dem Rathe des Martin Alonſo Pinzon widerſtehend, fortgefahren hätte, gegen Weſten zu ſegeln, er in den warmen Golfſtrom gerathen wäre und nach Florida und von dort vielleicht nach dem Cap Hatteras und Virginien würde geführt worden ſein: ein Umſtand von unermeßlicher Wichtigkeit, da er den jetzigen Vereinigten Staaten von Nordamerika ſtatt einer ſpät angelangten proteſtantiſch-engliſchen Bevölkerung eine catholiſch-ſpaniſche hätte geben können. „Es iſt mir," ſagte Pinzon zu dem Admiral, „wie eine Eingebung (el corazon me da), daß wir anders ſteuern müſſen." Auch behauptete er deshalb in dem berühmten Proceſſe, der (1513—1515) gegen die Erben des Columbus geführt wurde, daß die Entdeckung von Amerika ihm allein gehöre. Die Eingebung aber und, „was das Herz ihm ſagte," verdankte Pinzon, wie in demſelben Proceß ein alter Matroſe aus Moguer erzählt, dem Flug einer Schaar von Papageien, die er Abends hatte gegen Südweſten fliegen ſehen, um, wie er vermuthen konnte, in einem Gebüſch am Lande zu ſchlafen. Niemals hat der Flug der Vögel gewichtigere Folgen gehabt. Man könnte ſagen, er habe entſchieden über die erſten Anſiedelungen im Neuen Continent, über die urſprüngliche Vertheilung romaniſcher und germaniſcher Menſchenracen †).

*) S. mein Examen crit. T. I. p. 210–249. Nach der handſchriftlichen Historia general de las Indias lib. I. cap. 12 war „la carta de marear, que Maestro Paulo Fisico (Toscanelli) envió á Colon," in den Händen von Bartholomé de las Caſas, als er ſein Werk ſchrieb. Das Schiffsjournal des Columbus, von dem wir einen Auszug beſitzen (Navarrete T. I. p. 13), ſtimmt nicht ganz mit der Erzählung überein, welche ich in der Handſchrift des Las Caſas finde, deren gütige Mittheilung ich Herrn Ternaux-Compans verdanke. Das Schiffsjournal ſagt: „Iba hablando el Almirante (martes 25 de Setiembre 1492) con Martin Alonso Pinzon, capitan de la otra carabela Pinta, sobre una carta que le habia enviado tres dias hacia á la carabela, donde segun parece *tenia pintadas el Almirante* ciertas islas por aquella mar ...." Dagegen ſteht in der Handſchrift des Las Caſas: lib. I. cap. 12: „La carta de marear que embió (Toscanelli al Almirante) yo que esta historia escrivo la tengo en mi poder. Creo que todo su viage sobre esta carta fundó;" lib. I. cap. 38: „así fué que el martes 25 de Setiembre llegase Martin Alonso Pinzon con su caravela Pinta á hablar con Christobal Colon sobre una carta de marear que Christobal Colon le avia embiado ... *Esta carta es la que le embió Paulo Fisico el Florentin, la qual yo tengo en mi poder* con otras cosas del Almirante y escrituras de su misma mano que traxéron á mi poder. En ella le pintó muchas islas ..." Soll man annehmen, der Admiral habe in die Carte des Toscanelli die zu erwartenden Inſeln hineingezeichnet, oder ſoll tenia pintadas bloß ſagen: „der Admiral hatte eine Carte, auf der gemalt waren ...."?

†) Navarrete, Documentos No. 69, in T. III. der Viages y descubr. p. 565–571; Examen crit. T. I. p. 234–249 und 252, T. III. p. 158–165 und 224. Ueber den beſtrittenen erſten Landungspunkt in Weſtindien ſ. T. III. p. 186–222. Die ſo berühmt gewordene, im Jahr 1832 während der Cholera-Epidemie von Walckenaer und mir erkannte Weltkarte des Juan de la Coſa, die 6 Jahre vor dem Tode des Columbus entworfen iſt, hat ein neues Licht über dieſe Streitfrage verbreitet.

Der Gang großer Begebenheiten iſt wie die Folge der Naturerſcheinungen an ewige Geſetze gefeſſelt, deren wir nur wenige vollſtändig erkennen. Die Flotte, welche König Emanuel von Portugal auf dem Wege, den Gama entdeckt, unter dem Befehle des Pedro Alvarez Cabral nach Oſtindien ſchickte, wurde unvermuthet am 22. April 1500 an die Küſte von Braſilien verſchlagen. Bei dem Eifer, welchen die Portugieſen ſeit der Unternehmung des Diaz (1487) für die Umſchiffung des Vorgebirges der guten Hoffnung zeigten, hätte es nicht an einer Wiederholung von Zufällen fehlen können, denen ähnlich, welche oceaniſche Strömungen auf Cabral's Schiffe ausgeübt haben. Die afrikaniſchen Entdeckungen würden demnach die Entdeckung von Amerika ſüdlich vom Aequator veranlaßt haben. So durfte Robertſon ſagen, es habe in den Schickſalen der Menſchheit gelegen, daß vor dem Ende des 15ten Jahrhunderts der Neue Continent den europäiſchen Seefahrern bekannt würde.

Unter den Charaktereigenſchaften von Chriſtoph Columbus müſſen beſonders der durchdringende Blick und der Scharfſinn hervorgehoben werden, womit er, ohne gelehrte Bildung, ohne phyſikaliſche und naturhiſtoriſche Kenntniſſe, die Erſcheinungen der Außenwelt erfaßt und combinirt. Bei ſeiner Ankunft „in einer neuen Welt und unter einem neuen Himmel“ *) beachtet er aufmerkſam die Form der Ländermaſſen, die Phyſiognomik der Vegetation, die Sitten der Thiere, die Vertheilung der Wärme und die Variationen des Erdmagnetismus. Während der alte Seemann ſich beſtrebt, die Specereien Indiens und den Rhabarber (ruibarba) aufzufinden, der durch die arabiſchen und jüdiſchen Aerzte, durch Rubruquis und die italiäniſchen Reiſenden ſchon eine ſo große Berühmtheit erlangt hatte, unterſuchte er auf das genaueſte Wurzeln und Früchte und Blattbildung der Pflanzen. Indem hier an den Einfluß erinnert werden ſoll, welchen die große Epoche der Seefahrten auf die Erweiterung der Naturanſichten ausgeübt, wird die Schilderung an Lebendigkeit gewinnen, wenn ſie an die Individualität eines großen Mannes geknüpft iſt. In ſeinem Reiſejournal und in ſeinen Berichten, die erſt 1825 bis 1829 veröffentlicht worden ſind, findet man bereits faſt alle Gegenſtände berührt, auf welche ſich in der letzten Hälfte des 15ten und im ganzen 16ten Jahrhundert die wiſſenſchaftliche Thätigkeit gerichtet hat.

Was die Geographie der weſtlichen Hemiſphäre gleichſam durch Eroberungen im Raume von der Epoche an gewonnen hat, wo der Infant Dom Henrique der Seefahrer (auf ſeinem Landgute Terça naval an der ſchönen Bai von Sagras) ſeine erſten Entdeckungspläne entwarf, bis zu den Südſee-Expeditionen von Gaetano und Cabrillo, bedarf nur einer allgemeinen Erinnerung. Die kühnen Unternehmungen der Portugieſen, der Spanier und Engländer bezeugen, daß ſich auf einmal wie ein neuer Sinn für das Große und Unbegrenzte erſchloſſen hatte. Die Fortſchritte der Nautik und die Anwendung aſtronomiſcher Methode zur Correction der Schiffsrechnung begünſtigten jene Beſtrebungen, welche dem Zeitalter einen eigenthümlichen Charakter gaben, das Erdbild vervollſtändigten, den Weltzuſammenhang dem Menſchen offenbarten. Die Entdeckung des feſten Landes des tropiſchen Amerika (1. Auguſt 1498) war 17 Monate ſpäter als Cabot's Beſchiffung der labradoriſchen Küſte von Nordamerika. Columbus ſah zuerſt die Tierra firme von Südamerika nicht, wie man bisher geglaubt, in der Gebirgsküſte von Paria, ſondern in dem Delta des Orinoco öſtlich vom Cano Macareo †). Sebaſtian Cabot ‡) landete ſchon den 24. Junius 1497 an der Küſte von Labrador zwiſchen 56° und 58° Breite. Daß dieſe unwirthbare Gegend ein halbes Jahrtauſend früher von dem Isländer Leif Eriksſon beſucht worden war, iſt ſchon oben entwickelt worden.

Columbus legte bei ſeiner dritten Reiſe mehr Werth auf die Perlen der Inſeln Mar-

*) Ueber das naturbeſchreibende, oft dichteriſche Talent des Columbus ſ. oben Kosmos Buch II. S. 218 und 219.

†) S. die Reſultate meiner Unterſuchung in der Relation historique du Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent T. II. p. 702 und im Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 309.

‡) Biddle, Memoir of Sebastian Cabot 1831 p. 52–61; Examen crit. T. IV. p. 231.

garita und Cubagua als auf die Entdeckung der Tierra firme, da er bis zu seinem Tode fest überzeugt war, schon im November 1492 auf der ersten Reise in Cuba einen Theil des festen Landes von Asien berührt zu haben *). Von diesem Theile würde er (wie sein Sohn Don Fernando und sein Freund der Cura de los Palacios erzählen), wenn er Lebensmittel genug gehabt hätte, „die Schifffahrt gegen Westen fortsetzend, entweder zu Wasser über Ceylon (Taprobane) und rodeando toda la tierra de los Negros, oder zu Lande über Jerusalem und Jaffa nach Spanien †) zurückgekehrt sein." Solche Projecte nährte der Admiral bereits 1494, also vier Jahre vor Vasco de Gama, und eine Weltumseglung träumend 27 Jahre vor Magellan und Sebastian de Elcano. Die Vorbereitungen zur zweiten Reise des Cabot, auf welcher dieser bis 67° ½ nördlicher Breite zwischen Eisschollen vordrang und eine nordwestliche Durchfahrt zum Cathai (China) suchte, ließen ihn „für spätere Zeiten an eine Fahrt nach dem Nordpol (á lo del polo arctico)" denken ‡). Je mehr man nach und nach erkannte, daß das Entdeckte von dem Labrador an bis zum Vorgebirge Paria und, wie die berühmte, spät erkannte Carte von Juan de la Cosa (1500) beweist, bis jenseits des Aequators weit in die südliche Halbkugel einen zusammenhangenden Erdstrich bildete, desto heißer wurde der Wunsch nach einer Durchfahrt im Süden oder im Norden. Nächst der Wiederauffindung des Festlandes von Amerika und der Ueberzeugung von der meridianartigen Ausdehnung des Neuen Continents von der Hudsonsbai bis zu dem von Garcia Jofre de Loaysa ||) entdeckten Cap Horn ist die erlangte Kenntniß der Südsee, eines Meeres, das die westlichen Küsten von Amerika bespült, das wichtigste kosmische Ereigniß der großen Zeitepoche, welche wir hier schildern.

Zehn Jahre ehe Balboa die Südsee (25. Sept. 1513) von der Höhe der Sierra de Quarequa auf der Landenge von Panama erblickte, hatte bereits Columbus, als er die östliche Küste von Veragua beschiffte, bestimmt erfahren, daß westlich von diesem Lande ein Meer liege, „welches in weniger als neun Tagesfahrten nach der Chersonesus aurea des Ptolemäus und der Mündung des Ganges führe." In derselben Carta rarissima, welche die schöne und so poetische Erzählung eines Traumes enthält, sagt der Admiral, daß „die gegenüberliegenden Küsten von Veragua bei dem Rio de Belen sich in ihrer Lage gegenseitig verhalten wie Tortosa nahe am Mittelmeer und Fuenterrabia in Biscaya, wie Venedig und Pisa." Der Große Ocean (die Südsee) erschien damals nur noch wie eine Fortsetzung des Sinus magnus (μέγας κόλπος) des Ptolemäus, dem der goldene Chersones

*) Es heißt in einer wenig beachteten Stelle des Tagebuchs von Columbus vom 1. Nov. 1492: „ich habe (in Cuba) gegenüber und nahe Zayto y Guinsay (Zaitun et Guinsay, Marco Polo II, 77) del Gran Can." (Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. I. p. 46 und oben S. 317 Anm. *.) Die Krümmung gegen Süden, welche Columbus auf der zweiten Reise in dem westlichsten Theile des Landes Cuba bemerkte, hat einen wichtigen Einfluß auf die Entdeckung von Süd-Amerika, auf die des Orinoco-Delta und des Vorgebirges Paria ausgeübt, wie ich an einem anderen Orte gezeigt; s. Examen crit. T. IV. p. 246–250. „Putat (Colonus)," schreibt Anghiera (Epist. CLXVIII, ed. Amst. 1670 p. 96), „regiones has (Pariae) esse Cubae contiguas et adhaerentes: ita quod utraeque sint Indiae Gangetidis continens ipsum ....."

†) S. die wichtige Handschrift des Andres Bernaldez, Cura de la Villa de los Palacios (Historia de los Reyes Catholicos cap. 123). Diese Geschichte begreift die Jahre 1488 bis 1513. Bernaldez hatte 1496 den Columbus, als er von der zweiten Reise zurückkam, in sein Haus aufgenommen. Ich habe durch die besondere Güte des Herrn Ternaux-Compans, dem die Geschichte der Conquista viele wichtige Aufklärungen verdankt, zu Paris im Dec. des Jahres 1838 diese Handschrift, welche im Besitz meines berühmten Freundes, des Historiographen Don Juan Bautista Muñoz, gewesen ist, frei benutzen können. (Vergl. Fern. Colon, Vida del Almirante cap. 56.)

‡) Examen crit. T. III. p. 244–248.

||) Das Cap Horn wurde auf der Expedition des Comendador Garcia de Loaysa, welche, der des Magellan folgend, nach den Molukken bestimmt war, im Februar 1526 von Francisco de Hoces entdeckt. Indeß Loaysa durch die Magellanische Straße segelte, hatte sich Hoces mit seiner Caravele San Lesmes von der Flotille getrennt und war bis 55° südlicher Breite verschlagen worden. „Dijéron los del buque que les parecia que era alli acabamiento de tierra;" Navarrete, Viages de los Españoles T. V. p. 28 und 494–488. Fleurieu behauptet, Hoces habe nur das Cabo del buen Successo westlich von der Staaten-Insel gesehen. Gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts war bereits wieder eine so sonderbare Ungewißheit über die Gestaltung des Landes verbreitet, daß der Sänger des Araucana glauben konnte (Canto I oct. 9), die Magellanische Meerenge habe sich durch ein Erdbeben und durch Hebung des Seebodens geschlossen: wogegen Acosta (Historia natural y moral de las Indias lib. III cap. 10) das Feuerland für den Anfang seines großen südlichen Polarlandes hielt. (Vergl. auch Kosmos Bd. II. S. 222 Anm. *.)

verlag, während sein östliches Ufer Cattigara und das Land der Sinen (Thinen) bilden sollte. Hipparchs phantastische Hypothese, nach welcher diese östliche Küste des Großen Busens sich an den gegen Morgen weit vorgestreckten Theil des afrikanischen Continents*) anschloß und so aus dem indischen Meere ein gesperrtes Binnenmeer machte, war glücklicherweise im Mittelalter, trotz der Anhänglichkeit an die Ausprüche des Ptolemäus, wenig beachtet worden; sie würde gewiß auf die Richtung großer nautischer Unternehmungen einen nachtheiligen Einfluß ausgeübt haben.

Die Entdeckung und Beschiffung der Südsee bezeichnen für die Erkenntniß großer kosmischer Verhältnisse eine um so wichtigere Epoche, als durch dieselben zuerst und also vor kaum viertehalb hundert Jahren nicht bloß die Gestaltung der Westküste des Neuen und der Ostküste des Alten Continents bestimmt wurde, sondern weil auch, was meteorologisch noch weit folgereicher wurde, die numerische Größenvergleichung der Areale des festen und flüssigen auf der Oberfläche unseres Planeten nun endlich von den irrigsten Ansichten befreit zu werden anfing. Durch die Größe dieser Areale, durch die relative Vertheilung des Festen und Flüssigen werden aber der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, der wechselnde Luftdruck, die Vegetationskraft der Pflanzendecke, die größere oder geringere Verbreitung gewisser Thiergeschlechter und so viele andere allgemeine Erscheinungen und physische Processe mächtig bedingt. Der größere Flächenraum, welcher dem Flüssigen, als dem das Feste bedeckenden Elemente, eingeräumt ist, (im Verhältniß von $2\,^4/_5$ zu 1), vermindert allerdings das bewohnbare Feld für die Ansiedelung des Menschengeschlechts, die nährende Fläche für den größeren Theil der Säugethiere, Vögel und Reptilien: er ist aber nach den jetzt herrschenden Gesetzen des Organismus ein nothwendiges Bedingniß der Erhaltung, eine wohlthätige Natureinrichtung für alles, was die Continente belebt.

Als am Ende des 15ten Jahrhunderts der lebhafte Drang nach dem kürzesten Wege entstanden war, der zu den asiatischen Gewürzländern führen könnte; als fast gleichzeitig in zwei geistreichen Männern Italiens, in dem Seefahrer Christoph Columbus und dem Arzte und Astronomen†) Paul Toscanelli, die Idee aufkeimte, den Orient durch eine Schifffahrt gegen Westen zu erreichen: war die Meinung herrschend, welche Ptolemäus im Almagest aufgestellt, daß der Alte Continent von der westlichen Küste der iberischen Halbinsel bis zu dem Meridian der östlichsten Sinen einen Raum von 180 Aequatorialgraden ausfülle, d. i. seiner Erstreckung nach von Westen nach Osten die ganze Hälfte des Erdsphäroids. Columbus, durch eine lange Reihe falscher Schlüsse verleitet, erweiterte diesen Raum auf 240°; die erwünschte asiatische Ostküste schien ihm bis in den Meridian von San Diego in Neu-Californien vorzutreten. Columbus hoffte demnach, daß er nur 120 Meridiangrade würde zu durchschiffen haben, statt der 231°, um welche z. B. die reiche sinesische Handelsstadt Quinsay westlich von der Endspitze der iberischen Halbinsel wirklich gelegen ist. Auf eine noch sonderbarere, seine Entwürfe begünstigende Weise verminderte Toscanelli in seinem Briefwechsel mit dem Admiral das Gebiet des flüssigen Elements. Das Wassergebiet sollte von Portugal bis China auf 52° Meridian-Unterschied eingeschränkt werden, so daß, ganz wie nach dem alten Ausspruche des Propheten Esdras, $^6/_7$ der Erde trocken lägen. Columbus zeigte sich dieser Annahme in späteren Jahren (in einem Briefe, den er an die Königin Isabella von Haiti aus gleich nach vollbrachter dritter Reise

*) Ob die Isthmen-Hypothese, nach welcher das ostafrikanische Vorgebirge Prasum sich an die ost-asiatische Landenge von Thinä anschließt, auf Marinus Tyrius, oder auf Hipparch, oder auf den Babylonier Seleucus, oder nicht vielmehr auf den Aristoteles de Coelo (II, 14) zurückgeführt werden soll: habe ich umständlich an einer anderen Stelle erörtert. (Examen crit. T. I. p. 144, 161 und 329. T. II. p. 370–372).

†) Paolo Toscanelli war als Astronom so ausgezeichnet, daß Behaim's Lehrer, Regiomontanus, ihm 1463 sein gegen den Cardinal Nicolaus de Cusa gerichtetes Werk de Quadratura Circuli zueignete. Er construirte den großen Gnomon in der Kirche Santa Maria Novella zu Florenz und starb 1482 in einem Alter von 85 Jahren, ohne die Freude gehabt zu haben, die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung durch Diaz und die des tropischen Theils des Neuen Continents durch Columbus zu erleben.

richtete) um ſo geneigter, als dieſelbe von dem Manne, welcher für ihn die höchſte Autorität war, von dem Cardinal d'Ailley, in ſeinem Weltgemälde (Imago Mundi) vertheidigt*) worden war.

Erſt ſechs Jahre nachdem Balboa, ein Schwerdt in der Hand, bis zum Knie in die Fluthen tretend, für Caſtilien Beſitz von der Südſee zu nehmen glaubte, zwei Jahre nachdem ſein Haupt in dem Aufruhr gegen den tyranniſchen Pedrarias Davila †) durch Henkers Hand gefallen war: erſchien Magellan (27. Nov. 1520) in der Südſee, durchſchiffte den weiten Ocean von Südoſt nach Nordweſt in einer Strecke von mehr als drittehalb tauſend geographiſchen Meilen, und ſah, durch ein ſonderbares Geſchick, ehe er die Marianen (ſeine Islas de los Ladrones oder de las Velas Latinas) und die Philippinen entdeckte, kein anderes Land als zwei kleine unbewohnte Inſeln (die Unglücklichen, Desventuradas), von denen, wenn man ſeinem Journale und ſeiner Schiffsrechnung trauen könnte, die eine öſtlich von den Niedrigen Inſeln (Low Islands), die andere etwas ſüdweſtlich vom Archipel des Mendaña liegt‡). Sebaſtian de Elcano vollendete nach Magellan's Erma-

*) Da der Alte Continent von dem weſtlichen Ende der iberiſchen Halbinſel bis zur Küſte von China faſt 130° Meridian-Unterſchied zählt, ſo bleiben ohngefähr 230° für den Raum übrig, den Columbus würde zu durchſchiffen gehabt haben, wenn er wollte bis Cathai (China), weniger, wenn er nur wollte bis Zipangi (Japan) gelangen. Der hier von mir bezeichnete Meridian-Unterſchied von 230° gründet ſich auf die Lage des portugieſiſchen Vorgebirges St. Vincent (long. 11° 20′ weſtlich von Paris) und des weit vortretenden chineſiſchen Ufers bei dem ehemals ſo berühmten, von Columbus und Toscanelli oft genannten Hafen Quinſay (Breite 30° 28′, Länge 117° 47′ öſtlich von Paris). Synonyme für Quinſay in der Provinz Tſchekiang ſind Kanfu, Hangtſcheufu, Kingſzu. Der aſiatiſche öſtliche Welthandel war im 13ten Jahrhundert getheilt zwiſchen Quinſay und Zaitun (Pinghai oder Tſeuthung), welches der Inſel Formoſa (damals Tungfan) gegenüber unter 25° 5′ nördlicher Breite lag (ſ. Klaproth, Tableaux hist. de l'Asie p. 227). Der Abſtand des Vorgebirges St. Vincent von Zipangi (Niphon) iſt 22 Längengrade geringer wie von Quinſay, alſo ſtatt 230° 53′ ohngefähr nur 209°. Auffallend iſt es, daß die älteſten Angaben, die des Eratoſthenes und Strabo (lib. I. p. 64), dem oben gegebenen Reſultate von 129° für den Meridian-Unterſchied der οἰκουμένη durch zufällige Compenſationen bis auf 10° nahe kommen. Strabo ſagt gerade an der Stelle, wo er der möglichen Exiſtenz von zwei großen bewohnbaren Feſtländern in der nördlichen Erdhälfte gedenkt, daß unſere οἰκουμένη im Parallel von Thinä (Athen, ſ. oben Kosmos Buch II. S. 288) mehr als $^1/_5$ des ganzen Erdumkreiſes ausmacht. Marinus Tyrius, durch die Dauer der Schifffahrt von Myos Hormos nach Indien, durch die irrig angenommene Richtung der größeren Axe des caſpiſchen Meeres von Weſten nach Oſten und die Ueberſchätzung der Länge des Landweges zu den Serern verleitet, gab dem Alten Continent ſtatt 129° volle 225°. Die chineſiſche Küſte wurde dadurch bis zu den Sandwich-Inſeln vorgerückt. Columbus zieht dies Reſultat natürlich dem des Ptolemäus vor, nach welchem Quinſay nur in den öſtlichen Theil des Archipels der Carolinen fallen würde. Ptolemäus ſetzt nämlich im Almageſt (II, 1) die Küſte der Sinae auf 180°, in der Geographie (lib. I. cap. 12) auf 177° $^1/_4$. Da Columbus die Schifffahrt von Iberien zu den Sinen auf 120°, Toscanelli gar nur auf 52° anſchlägt, ſo konnten beide, wenn ſie die Länge des Mittelmeers zu ohngefähr 40° ſchätzten, das ſo gewagt ſcheinende Unternehmen allerdings ein brevissimo camino heißen. Auch Martin Behaim ſetzt auf ſeinem Weltapfel, dem berühmten Globus, welchen er 1492 vollendete und welcher noch im Behaimſchen Hauſe zu Nürnberg aufbewahrt wird, die Küſte von China (den Thron des Königs von Mango, Cambalu und Cathay) nur 100° weſtlich von den Azoren, d. i., da Behaim 4 Jahre in Fayal lebte und wahrſcheinlich von dieſem Punkte den Abſtand nahm, minder nur 119° 40′ weſtlich vom Vorgebirge St. Vincent. Columbus wird wahrſcheinlich Behaim in Liſſabon gekannt haben, wo beide von 1480 bis 1484 ſich aufhielten. (S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 357–369.) Die vielen ganz unrichtigen Zahlen, welche man in allen Schriften über die Entdeckung von Amerika und die damals vermuthete Ausdehnung des öſtlichen Aſiens findet, haben mich veranlaßt, die Meinungen des Mittelalters genauer mit denen des claſſiſchen Alterthums zu vergleichen.

†) Von weißen Menſchen iſt in einem Canot zuerſt beſchifft der öſtliche Theil des ſtillen Meeres, als Alonſo Martin de Don Benito, der den Meerbuſen mit Vasco Nuñez de Balboa am 25. Sept. 1513 auf der kleinen Bergkette von Quarequa geſehen, einige Tage darauf am Iſthmus zu dem Golfo de San Miguel herabſtieg, ehe Balboa die abenteuerliche Ceremonie der Beſitznahme ausführte. Schon ſieben Monate früher, im Januar 1513, meldete Balboa ſeinem Hofe, daß das ſüdliche Meer, von welchem er die Eingeborenen reden hörte, ſehr leicht zu beſchiffen wäre: mar muy cerca y que nunca anda brava como la mar de nuestra banda" (de las Antillas). Der Name Oceano Pacifico wurde indeß, wie Pigafetta erzählt, der Mar del Sur (des Balboa) erſt von Magellan gegeben. Schon in Magellan's Expedition zu Stande kam (10. Aug. 1519), hatte die ſpaniſche Regierung, der es nicht an ſorgſamer Thätigkeit fehlte, im November 1514, gleichzeitig dem Pedrarias Davila, Gouverneur der Provinz Caſtilla del Oro (der nordweſtlichſten von Südamerika), und dem großen Seemanne Juan Diaz de Solis geheime Befehle ertheilt: dem erſteren, 4 Caravellen in Golfo de San Miguel bauen zu laſſen, „um Entdeckungen in der neuentdeckten Südſee zu machen"; dem zweiten, von der öſtlichen Küſte Amerika's aus eine Oeffnung, abertura de la tierra, zu finden, um in den Rücken (á espaldas) des neuen Landes, d. i. in das meerumfloſſenen weſtlichen Theil der Caſtilla del Oro zu gelangen. Die Expedition des Solis (Oct. 1515 bis Aug. 1516) führte weit gegen Süden und zur Entdeckung des Rio de la Plata, welcher lange Rio de Solis genannt wurde. (Vergl. über dieſe wenig bekannte erſte Entdeckung des ſtillen Meeres Petrus Martyr, Epist. DXL. p. 296 mit den Documenten von 1514–1515 in Navarrete T. III. p. 134 und 357; und mein Examen crit. T. I. p. 320 und 350.)

‡) S. über die geographiſche Lage der zwei Unglücklichen Inſeln (San Pablo lat. 16° $^1/_4$ Süd, long. 135° $^3/_4$ weſtlich von Paris; Iſla de Tiburones lat.

dung auf der Insel Zebu die erste Weltumseglung in der Nao Victoria und erhielt zum Wappen einen Erdglobus mit der ruhmvollen Inschrift: Primus circumdedisti me. Er lief erst im September 1522 in den Hafen von San Lucar ein; und noch war kein volles Jahr vergangen, so drang schon Kaiser Carl, von Cosmographen belehrt, in einem Briefe an Hernan Cortez auf die Entdeckung einer Durchfahrt, „die den Weg nach den Gewürzländern um $^2/_3$ verkürzen würde." Die Expedition des Alvaro de Saavedra wird aus einem Hafen der Provinz Zacatula an der Westküste von Mexico nach den Molukken geschickt. Hernan Cortez correspondirt (1527) von der neu eroberten mexicanischen Hauptstadt Tenochtitlan aus „mit den Königen von Zebu und Tidor in der asiatischen Inselwelt." So schnell vergrößerte sich räumlich die Weltansicht und mit ihr die Lebhaftigkeit des Weltverkehrs!

Später ging der Eroberer von Neu-Spanien selbst auf Entdeckungen in der Südsee und durch die Südsee auf die einer nordöstlichen Durchfahrt aus. Man konnte sich nicht an die Idee gewöhnen, daß das Festland undurchbrochen sich von so hohen Breiten der südlichen bis zu hohen Breiten der nördlichen Hemisphäre meridianartig ausdehne. Als von den Küsten Californiens her das Gerücht von dem Untergange der Expedition des Cortez verbreitet wurde, ließ die Gemahlin des Helden, Juana de Zuñiga, die schöne Tochter des Grafen von Aguilar, zwei Schiffe ausrüsten, um sichere Nachricht einzuholen *). Californien wurde, was man im 17ten Jahrhundert wieder vergaß, schon vor 1541 für eine dürre waldlose Halbinsel erkannt. Aus den uns jetzt bekannten Berichten von Balboa, Pedrarias Davila und Hernan Cortez leuchtet übrigens hervor, daß man damals in der Südsee, als in einem Theile des indischen Oceans, gruppenweise „an Gold, Edelsteinen, Gewürzen und Perlen reiche Inseln" zu entdecken hoffte. Die aufgeregte Phantasie trieb zu großen Unternehmungen an, wie denn die Kühnheit dieser im Gelingen und Nichtgelingen auf die Phantasie zurückwirkte und sie mächtiger entflammte. So vereinigte sich vieles in dieser wunderbaren Zeit der Conquista (Zeit der Anstrengung, der Gewaltthätigkeit und des Entdeckungsschwindels auf Meer und Land), das, trotz des gänzlichen Mangels politischer Freiheit, die individuelle Ausbildung der Charaktere begünstigte und Einzelnen höherbegabten manches Edle erringen half, was nur den Tiefen des Gemüthes entquillt. Man irrt, wenn man die Conquistadores allein von Goldgeiz oder gar von religiösem Fanatismus geleitet glaubt. Gefahren erhöhen immer die Poesie des Lebens; dazu gab das mächtige Zeitalter, das wir hier in seinem Einflusse auf die Entwickelung kosmischer Ideen schildern, allen Unternehmungen, wie den Natureindrücken, welche ferne Reisen darbieten, einen Reiz, der unserem gelehrten Zeitalter in den jetzt so vielfach aufgeschlossenen Erdräumen zu mangeln beginnt: den Reiz der Neuheit und staunenerregender Ueberraschung. Nicht eine Erdhälfte, sondern fast $^2/_3$ der Erdkugel waren damals noch eine neue und unerforschte Welt: ungesehen wie die eine abgewandte Mondhälfte, welche nach den waltenden Gravitationsgesetzen dem Blick der Erdbewohner für immer entzogen bleibt. Unserem tiefer forschenden und in Ideenreichthum fortgeschrittenen Zeitalter ist ein Ersatz geworden für die Abnahme jener Ueberraschung, welche die Neuheit großer, massenhaft imponirender Naturerscheinungen einst hervorrief: ein Ersatz, freilich nicht für den großen Haufen, son-

---

16° $^3/_4$ Süd, long. 145°) das Examen crit. T. I. p. 286 und Navarrete T. IV. p. LIX, 52, 218 und 267. — Zu so ruhmvollen Wappenausschmückungen, als wir im Texte für die Nachkommen des Sebastian de Elcano erwähnt haben (der Weltkugel mit der Inschrift: Primus circumdedisti me), gab die große Zeit der Entdeckungen im Raume mehrfache Veranlassung. Das Wappen, welches dem Columbus, „um seine Person bei der Nachwelt zu verherrlichen, para sublimarlo", schon den 20. Mai 1493 gegeben wird, enthält die erste Carte von Amerika, eine Inselreihe, die einem Golf vorliegt. (Oviedo, Hist. general de las Indias, ed. de 1547, lib. II cap. 7 fol. 10, a: Navarrete T. II. p. 37; Exam. crit. T. IV. p. 236.) Kaiser Carl V. gab dem Diego de Ordaz, der sich rühmte, den Vulkan von Orizaba erstiegen zu haben, das Bild dieses Kegelberges, dem Geschichtsschreiber Oviedo, welcher 34 Jahre (von 1613–1547) ununterbrochen im tropischen Amerika lebte, die vier schönen Sterne des südlichen Kreuzes zu Wappenschildern (Oviedo lib. II cap. 11 fol. 16, b.)

*) S. mein Essai politique sur le royaume de la Nouvelle-Espagne T. II. (1827) p. 259 und Prescott, History of the Conquest of Mexico (New York 1843) Vol. III. p. 271 und 336.

dern lange noch für die kleine Zahl der mit dem Zustand der Wissenschaften vertrauten Physiker. Ihn gewährt die zunehmende Einsicht in das stille Treiben der Kräfte der Natur: sei es in dem Electro-Magnetismus oder in der Polarisation des Lichtes, in dem Einfluß diathermaner Substanzen oder in den physiologischen Erscheinungen lebendiger Organismen — eine sich enthüllende Wunderwelt, an deren Eingang wir kaum gelangt sind!

Noch in der ersten Hälfte des 16ten Jahrhunderts wurden die Sandwich-Inseln, das Land der Papuas und einige Theile von Neu-Holland entdeckt*). Diese Entdeckungen bereiteten vor zu denen von Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendaña †) und Quiros, dessen Sagittaria Tahiti, dessen Archipelago del Espiritu Santo die Neuen Hebriden von Cook sind. Quiros war von dem kühnen Seefahrer begleitet, welcher später der Torres-Straße seinen Namen gab. Die Südsee erschien nun nicht mehr, wie dem Magellan, eine Einöde; sie erschien durch Inseln belebt, die aber freilich aus Mangel genauer astronomischer Ortsbestimmungen, wie schlecht gewurzelt, auf den Carten hin und her schwankten. Die Südsee blieb auch lange der alleinige Schauplatz von den Unternehmungen der Spanier und Portugiesen. Die wichtige südindisch-malayische Inselwelt, von Ptolemäus, Cosmas und Polo dunkel beschrieben, entfaltete sich in bestimmteren Umrissen, seitdem Albuquerque (1511) sich in Malacca festsetzte und Anton Abreu schiffte. Es ist das besondere Verdienst des classischen portugiesischen Geschichtsschreibers Barros, eines Zeitgenossen von Magellan und Camoens, die Eigenthümlichkeit des physischen und ethnischen Charakters der Inselwelt so lebendig erkannt zu haben, daß er zuerst das australische Polynesien als einen fünften Erdtheil abzusondern vorschlug. Erst als die holländische Macht in den Molukken die herrschende wurde, fing Australien an aus dem Dunkel herauszutreten und sich für den Geographen zu gestalten ‡). Es begann nun die große Epoche von Abel Tasman. Wir liefern hier nicht die Geschichte der einzelnen geographischen Entdeckungen; wir erinnern bloß an die Hauptereignisse, durch welche in kurzer Zeit und in enger Verkettung, folgend dem plötzlich erwachten Streben nach allem Weiten, Unbekannten und Fernen, zwei Drittheile der Erdoberfläche erschlossen wurden.

Einer solchen erweiterten Kenntniß von Land- und Meeresräumen entsprach auch die erweiterte Einsicht in das Wesen und die Gesetze der Naturkräfte, in die Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper, in den Reichthum der Organismen und die Grenzen ihrer Verbreitung. Die Fortschritte, welche am Schlusse des, wissenschaftlich zu gering geachteten Mittelalters die einzelnen Disciplinen gemacht hatten, beschleunigten das Auffassen und die sinnige Vergleichung einer maaßlosen Fülle physischer Erscheinungen, die auf einmal der Beobachtung dargeboten wurden. Die Eindrücke waren um so tiefer, zur Ergründung von kosmischen Gesetzen um so anregender, als die westlichen Völker Europa's vor der Mitte des 16ten Jahrhunderts den Neuen Continent bereits in den verschiedensten Breitengraden beider Hemisphären, wenigstens den Küsten nahe, durchforscht hatten, als sie hier zuerst in der eigentlichen Aequatorial-Gegend festen Fuß gefaßt und als durch die dortige sonderbare Höhengestaltung der Erdoberfläche auf engen Räumen die auffallendsten Contraste der vegetabilischen Organisation und der Klimate sich ihren Blicken darge-

---

*) Gaetano entdeckte eine der Sandwich-Inseln 1542. Ueber die Schifffahrt des Don Jorge de Menezes (1526) und des Alvaro de Saavedra (1528) nach den Ilhas de Papuas s. Barros da Asia Dec. IV. liv. I. cap. 16 und Navarrete T. V. p. 125. Die im britischen Museum aufbewahrte und von dem gelehrten Dalrymple untersuchte Hydrographie von Joh. Rotz (1542) enthält Umrisse von Neu-Holland, wie auch die Cartensammlung von Jean Valard aus Dieppe (1552), deren erste Kenntniß wir Herrn Coquebert Monbret verdanken.

†) Nach dem Tode von Mendaña übernahm in der Südsee seine durch persönlichen Muth und große Geistesgaben ausgezeichnete Frau Doña Isabela Baretos den Befehl der Expedition, welche erst 1596 endigte (Essai pol. sur la Nouv. Esp. T. IV. p. 111). — Quiros führte auf seinen Schiffen die Entsalzung des Seewassers im großen ein, und sein Beispiel wurde mehrfach befolgt (Navarrete T. I. p. LIII). Die ganze Operation war, wie ich an einem anderen Orte durch das Zeugniß des Alexander von Aphrodisias erwiesen, schon im dritten Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung bekannt, wenn auch wohl nicht auf Schiffen benutzt.

‡) S. das vortreffliche Werk von Professor Meinicke in Prenzlau: das Festland Australien, eine geogr. Monographie, 1837 Th. I. S. 2–10.

stellt hatten. Wenn ich mich hier wieder veranlaßt finde die begeistigenden Vorzüge der Gebirgsländer in der Aequinoctial-Zone besonders hervorzuheben, so kann mich der schon mehrfach wiederholte Ausspruch rechtfertigen, daß es den Bewohnern dieser Länder allein verliehen ist alle Gestirne der Himmelsräume wie fast alle Familien-Gestaltungen der Pflanzenwelt zu schauen; aber schauen ist nicht beobachten, d. h. vergleichend combiniren.

Wenn sich auch in Columbus, wie ich in einem anderen Werke glaube bewiesen zu haben, bei völligem Mangel naturhistorischer Vorkenntnisse, bloß durch den Contact mit großen Naturphänomenen der Sinn für genaue Beobachtung auf mannigfaltige Weise entwickelte, so darf man keineswegs eine ähnliche Entwickelung in der rohen und kriegerischen Masse der Conquistadoren voraussetzen. Was Europa unbestreitbar durch die Entdeckung von Amerika als Bereicherung seines naturhistorischen und physikalischen Wissens über die Constitution des Luftkreises und seine Wirkungen auf die menschliche Organisation, über die Vertheilung der Klimate am Abhange der Cordilleren, über die Höhe des ewigen Schnees nach Maaßgabe der verschiedenen Breitengrade in beiden Hemisphären, über die Reihefolge der Vulkane, die Begrenzung der Erschütterungskreise bei Erdbeben, die Gesetze des Magnetismus, die Richtung der Meeresströme, die Abstufungen neuer Thier- und Pflanzenformen allmälig erlangt hat: verdankt es einer anderen, friedsameren Classe von Reisenden, einer geringen Zahl ausgezeichneter Männer unter den Municipal-Beamten, Geistlichen und Aerzten. Diese konnten, in alt-indischen Städten wohnend, deren einige zwölftausend Fuß hoch über dem Meere liegen, mit eigenen Augen beobachten, während eines langen Aufenthaltes das von Anderen Gesehene prüfen und combiniren, Naturproducte sammeln, beschreiben und ihren europäischen Freunden zusenden. Es genügt hier Gomara, Oviedo, Acosta und Hernandez zu nennen. Einige Naturproducte (Früchte und Thierfelle) hatte Columbus bereits von seiner ersten Entdeckungsreise heimgebracht. In einem Briefe aus Segovia (August 1494) fordert die Königin Isabella den Admiral auf, in seinem Einsammeln fortzufahren. Sie begehrt von ihm besonders „alle Strand- und Waldvögel von Ländern, die ein anderes Klima und andere Jahreszeiten haben." Man hat bisher wenig darauf geachtet, daß von derselben Westküste von Afrika von der Hanno fast 2000 Jahre früher „gegerbte Felle wilder Frauen" (der großen Gorilla-Affen) mitbrachte, um sie in einem Tempel aufzuhängen, Martin Behaim's Freund Cadamosto schwarzes, 1½ Palmen langes Elephantenhaar für den Infanten Heinrich den Seefahrer sammelte. Hernandez, Leibarzt Philipps II. und von diesem Monarchen nach Mexico gesandt, um alle vegetabilischen und zoologischen Merkwürdigkeiten des Landes in herrlichen Abbildungen darstellen zu lassen, konnte seine Sammlungen durch die Copie mehrerer sehr sorgfältig ausgeführter naturhistorischer Gemälde bereichern, welche auf Befehl eines Königs von Tezcuco Nezahulcoyotl *) (ein halbes Jahrhundert vor Ankunft der Spanier) angefertigt worden waren. Auch benutzte Hernandez eine Zusammenstellung von Medicinalpflanzen, die er in dem berühmten alt-mexicanischen Garten von Huaxtepec noch vegetirend gefunden. Wegen eines nahen neu angelegten spanischen Krankenhauses†) hatten die Conquistadoren jenen Garten nicht verwüstet. Fast

*) Dieser König starb zur Zeit des mexicanischen Krieges Araxacatl, welcher von 1464 bis 1477 regierte. Ein Abkömmling des Nezahualcoyotl, eines Dichter-Königs, war der gelehrte einheimische Geschichtsschreiber Fernando de Alva Ixtlilxochitl, dessen handschriftliche Chronik der Chichimequen ich 1803 im Pallaste des Kurkönigs von Mexico gesehen und die Herr Prescott so glücklich benutzt hat (Conquest of Mexico Vol. I. p. 61, 173 und 206, Vol. III. p. 112). Der aztekische Name des Geschichtsschreibers Fernando de Alva bedeutet Vanillen-Gesicht. Herr Ternaux-Compans hat 1840 eine französische Uebersetzung des Manuscripts in Paris drucken lassen. — Die Nachricht über die langen Elephantenhaare, welche Cadamosto sammelte, findet sich in Ramusio Vol. I. p. 109 und in Grynäus cap. 43 p. 33.

†) Clavigero, Storia antica del Messico (Cesena 1780) T. II. p. 153. Es ist nach den übereinstimmenden Zeugnissen von Hernan Cortes in seinen Berichten an Kaiser Carl V., von Bernal Diaz, Gomara, Oviedo und Hernandez keinem Zweifel unterworfen, daß zur Zeit der Eroberung von Montezuma's Reich in keinem Theile von Europa Menagerien und botanische Gärten (Sammlungen lebender Thiere und Pflanzen) entstanden waren, die man mit denen von Huaxtepec, Chapoltepec, Iztapalapan und Tezcuco hätte vergleichen können. (Prescott Vol. I. p. 178, Vol. II. p. 66 und 117–121, Vol. III p. 42.) — Ueber die

gleichzeitig sammelte man und beschrieb, was später für die Theorie der successiven Hebung der Gebirgsketten so wichtig wurde, fossile Mastodonten-Knochen auf den Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Peru. Die Benennungen: Giganten-Knochen und Giganten-Felder (Campos de Gigantes) bezeugen das Phantastische der ersten Deutungen.

Was in dieser vielbewegten Zeit auch wesentlich zur Erweiterung der Weltansichten beitrug, war der unmittelbare Contact einer zahlreichen europäischen Menschenmasse mit der freien und dabei großartigen erotischen Natur in den Ebenen und Gebirgsländern von Amerika, wie auch (als Folge der Schifffahrt von Vasco de Gama) an den östlichen Küsten von Afrika und Südindien. Hier legte schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts ein portugiesischer Arzt, Garcia de Orta, da wo jetzt Bombay liegt, unter dem Schutze des edlen Martin Alfonso de Sousa, einen botanischen Garten an, in welchem er die Arzneigewächse der Umgegend cultivirte. Die Muse des Camoens hat ihm ein patriotisches Lob gespendet. Der Trieb zum Selbstbeobachten war nun überall erwacht, während die cosmographischen Schriften des Mittelalters minder das Resultat eigener Anschauung gewesen sind, als Compilationen, welche die Meinungen des classischen Alterthums einförmig wiedergaben. Zwei der größten Männer des 16. Jahrhunderts, Conrad Gesner und Andreas Cäsalpinus, haben in Zoologie und Botanik einen neuen Weg rühmlichst vorgezeichnet.

Um anschaulicher den frühen Einfluß zu bezeichnen, den die oceanischen Entdeckungen auf die erweiterte Sphäre des physischen und astronomisch-nautischen Wissens ausgeübt, will ich, am Schluß dieser Schilderung, auf einige Lichtpunkte aufmerksam machen, die wir bereits in den Berichten des Columbus aufglimmen sehen. Ihr erster schwacher Glanz verdient um so sorgfältiger beachtet zu werden, als sie die Keime allgemeiner kosmischer Ansichten enthalten. Ich übergehe die Beweise von Resultaten, welche ich hier aufführe, weil ich dieselben in einer anderen Schrift: „Kritische Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt und der nautischen Astronomie in dem 15ten und 16ten Jahrhundert" ausführlich gegeben habe. Um aber dem Verdacht zu entgehen, daß ich die Ansichten der neueren Physik den Beobachtungen des Columbus unterlege, fange ich ausnahmsweise damit an, aus einem Briefe, den der Admiral im Monat October 1498 aus Haiti geschrieben, einige Zeilen wörtlich zu übersetzen. Es heißt in diesem Briefe: „Jedesmal, wenn ich von Spanien nach Indien segle, finde ich, sobald ich hundert Seemeilen nach Westen von den Azoren gelange, eine außerordentliche Veränderung in der Bewegung der himmlischen Körper, in der Temperatur der Luft und in der Beschaffenheit des Meeres. Ich habe diese Veränderungen mit besonderer Sorgfalt beobachtet, und erkannt, daß die Seecompasse (agujas de marear), deren Declination bisher in Nordosten war, sich nun nach Nordwesten hinüberbewegten; und wenn ich diesen Strich (raya), wie den Rücken eines Hügels (como quien traspone una cuesta), überschritten hatte, fand ich die See mit einer solchen Masse von Tang, gleich kleinen Tannenzweigen, die Pistacien-Früchte tragen, bedeckt, daß wir glauben mußten, die Schiffe würden aus Mangel von Wasser auf eine Untiefe auflaufen. Vor dem eben bezeichneten Striche aber war keine Spur von solchem Seekraute zu sehen. Auch wird auf der Grenzscheide (hundert Meilen westlich von den Azoren) auf einmal das Meer still und ruhig, fast nie von einem Winde bewegt. Als ich von den canarischen Inseln bis zum Parallel von Sierra Leone herabkam, hatte ich eine furchtbare Hitze zu ertragen; sobald wir aber uns jenseits der oben erwähnten raya (im Westen des Meridians der azorischen Inselgruppe) befanden, veränderte sich das Klima, die Luft wurde gemäßigt, und die Frische nahm zu, je weiter wir vorwärts kamen.

Diese Stelle, welche durch mehrere andere in den Schriften des Columbus erläutert wird, enthält Ansichten der physischen Erdkunde, Bemerkungen über den Einfluß der ge-

im Text erwähnte früheste Beachtung der fossilen Knochen in den amerikanischen Giganten-Feldern s. Garcilaso lib. IX cap. 9, Acosta lib. IV, cap. 30 und Hernandez (ed. von 1556) T. I. cap. 32 p. 160.

graphischen Länge auf die Abweichung der Magnetnadel, über die Inflexion der isothermen Linien zwischen den Westküsten des Alten und den Ostküsten des Neuen Continents, über die Lage der großen Sargasso-Bank in dem Becken des atlantischen Meeres, und die Beziehungen, in welchen dieser Meeresstrich zu dem über ihm liegenden Theile der Atmosphäre steht. Irrige Beobachtungen*) der Bewegung des Polarsternes in der Nähe der azorischen Inseln hatten Columbus schon auf der ersten Reise, bei der Schwäche seiner mathematischen Kenntnisse, zu dem Glauben an eine Unregelmäßigkeit in der Kugelgestalt der Erde verführt. In der westlichen Hemisphäre ist nach ihm „die Erde angeschwollener, die Schiffe gelangen allmählich in größere Nähe des Himmels, wenn sie an den Meeresstrich (raya) kommen, wo die Magnetnadel nach dem wahren Norden weist; eine solche Erhöhung (cuesta) ist die Ursach der kühleren Temperatur." Der feierliche Empfang des Admirals in Barcelona war im April 1493, und schon am 4. Mai desselben Jahres wird jene berühmte Bulle, welche die Demarcationslinie†) zwischen dem spanischen und portugiesischen Besitzrechte in einer Entfernung von 100 Meilen westlich von den Azoren „auf ewige Zeiten" feststellt, vom Pabste Alexander VI. unterzeichnet. Wenn man dazu erwägt, daß Columbus gleich nach seiner Rückkehr von der ersten Entdeckungsreise die Absicht hatte, selbst nach Rom zu gehen, um, wie er sagt, „dem Pabste über alles, was er entdeckt, Bericht abzustatten;" wenn man der Wichtigkeit gedenkt, welche die Zeitgenossen des Columbus auf die Auffindung der magnetischen Curve ohne Abweichung legten: so kann man wohl eine von mir zuerst aufgestellte historische Behauptung gerechtfertigt finden, die Behauptung, daß der Admiral in dem Augenblicke der höchsten Hofgunst daran gearbeitet hat, „die physische Abgrenzungslinie in eine politische verwandeln zu lassen."

Der Einfluß, den die Entdeckung von Amerika und die damit zusammenhangenden oceanischen Unternehmungen so schnell auf das gesammte physikalische und astronomische Wissen ausgeübt haben, wird am lebendigsten fühlbar gemacht, wenn man an die frühesten Eindrücke der Zeitgenossen und an den weiten Umfang wissenschaftlicher Bestrebungen erinnert, von denen der wichtigere Theil in die erste Hälfte des 16ten Jahrhunderts fällt. Christoph Columbus hat nicht allein das unbestreitbare Verdienst, zuerst eine Linie ohne magnetische Abweichung entdeckt, sondern auch durch seine Betrachtungen über die fortschreitende Zunahme der westlichen Abweichung, indem er sich von jener Linie entfernte, das Studium des Erdmagnetismus in Europa zuerst angeregt zu haben. Daß meist überall die Endspitzen einer sich frei bewegenden Magnetnadel nicht genau nach dem geographischen Nord- und Südpol hinweisen, würde zwar in dem mittelländischen Meere und an allen Orten, wo im zwölften Jahrhunderte die Abweichung über 8 bis 10 Grade betrug,

*) Observations de Christophe Colomb sur le passage de la Polaire par le méridien in meiner Relation hist. T. I. p. 506 und im Examen crit. T. III. p. 17–29, 44–51 und 56–61. (Vergl. auch Navarrete im Reisejournal des Columbus vom 16–30. Sept. 1492 p. 9, 15 und 254.)

†) Ueber die sonderbaren Verschiedenheiten der Bula de concesion á los Reyes Catholicos de las Indias descubiertas y que se descubrieren vom 3. Mai 1493 und der Bula de Alexandro VI. sobre la particion del Oceano von 4. Mai 1493 (erläutert in der Bula de extension vom 25. September 1493) s. Examen crit. T. III. p. 52–54. Sehr verschieden von dieser Demarcationslinie ist die in der Capitulacion de la particion del Mar Oceano entre los Reyes Catholicos y Don Juan Rey de Portugal vom 7. Junius 1494 bestimmte Theilungslinie, 370 leguas (zu 17½ auf einen Aequatorialgrad) westlich von den capverdischen Inseln. (Vergl. Navarrete, Coleccion de los Viages y descubr. de los Esp. T. II. p. 28–35, 116–143 und 404, T. IV. p. 35 und 252.) Die letztgenannte, welche zu dem Verkauf der Molukken (de el Maluco) an Portugal 1529 für die Summe von 350,000 Golddueaten geführt hat, stand in keiner Beziehung mit magnetischen und meteorologischen Phantasien. Die päbstlichen Demarcationslinien verdienen aber darum hier eine genauere Anführung, weil sie, wie im Texte erwähnt ist, einen großen Einfluß auf die Bestrebungen nach Vervollkommnung der nautischen Astronomie und besonders der Längenmethoden ausgeübt haben. Recht merkwürdig ist es auch, daß die Capitulacion vom 7. Jun. 1494 schon das erste Beispiel von der festen Bezeichnung eines Meridians durch in Felsen eingegrabene Marken oder errichtete Thürme giebt. Es wird befohlen: „que se haga alguna señal ó torre" überall, wo der Grenzmeridian von Pol zu Pol in der östlichen oder westlichen Halbkugel eine Insel oder einen Continent durchschneidet. In den Continenten soll die raya, von Distanz zu Distanz, durch eine Reihe solcher Zeichen oder Thürme kenntlich gemacht werden: was allerdings kein kleines Unternehmen gewesen wäre!

auch bei einer großen Unvollkommenheit der Instrumente leicht mehrfach erkannt worden sein. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Araber oder die Kreuzfahrer, die mit dem Orient von 1096 bis 1270 in Berührung standen, indem sie den Gebrauch der chinesischen und indischen Seecompasse verbreiteten, zugleich auch damals schon auf die Nordost- und Nordwest-Weisung in verschiedenen Weltgegenden wie auf eine längst erkannte Erscheinung aufmerksam machten. Wir wissen nämlich bestimmt aus dem chinesischen Pentsaoyan, welches unter der Dynastie der Song*) zwischen 1111 und 1117 geschrieben ist, daß man damals die Quantität der westlichen Abweichung längst zu messen verstand. Was dem Columbus gehört, ist nicht die erste Beobachtung der Existenz der Abweichung (letztere findet sich z. B. schon auf der Carte von Andrea Bianco 1436 angegeben) sondern die Bemerkung, welche er am 13. Sept. 1492 machte, „daß 2° ½ östlich von der Insel Corvo die magnetische Variation sich verändert, daß sie von NO. nach NW. überging."

Diese Entdeckung einer magnetischen Linie ohne Abweichung bezeichnet einen denkwürdigen Zeitpunkt in der nautischen Astronomie. Sie wird, mit gerechtem Lobe, von Oviedo, las Casas und Herrera gefeiert. Wenn man dieselbe mit Livio Sanuto dem berühmten Seemann Sebastian Cabot zuschreibt, so vergißt man, daß dessen erste, auf Kosten einiger Kaufleute von Bristol unternommene und durch die Berührung des Festlandes von Amerika gekrönte Reise um fünf Jahre später fällt, als die erste Expedition des Columbus. Dieser aber hat nicht bloß das Verdienst gehabt, im atlantischen Ocean eine Gegend aufgefunden zu haben, in welcher damals der magnetische Meridian mit dem geographischen zusammenfiel; er machte zugleich auch die sinnreiche Bemerkung, daß die magnetische Abweichung mit dazu dienen könne, den Ort des Schiffes in Hinsicht auf dessen Länge zu bestimmen. In dem Journal der zweiten Reise (April 1496) sehen wir den Admiral sich wirklich nach der beobachteten Abweichung orientiren. Die Schwierigkeiten, welche dieser Längenmethode besonders da entgegen stehen, wo die magnetischen Abweichungscurven sich so beträchtlich krümmen, daß sie nicht der Richtung der Meridiane, sondern in großen Strecken der der Parallele folgen, waren freilich damals noch unbekannt. Magnetische und astronomische Methoden wurden ängstlich gesucht, um auf Land und Meer die Punkte zu bestimmen, welche von der ideal aufgestellten Demarcationslinie durchschnitten werden. Die Wissenschaft und der unvollkommene Zustand aller auf dem Meere zu brauchenden, raum- und zeitmessenden Instrumente waren 1493 der praktischen Lösung einer so schwierigen Aufgabe noch nicht gewachsen. Unter diesen Verhältnissen leistete Papst Alexander VI., indem er den Uebermuth hatte, eine Erdhälfte unter zwei mächtige Reiche zu theilen, ohne es zu wissen, gleichzeitig wesentliche Dienste der astronomischen Nautik und der physikalischen Lehre vom Erdmagnetismus. Auch wurden die Seemächte von da an mit einer Unzahl unausführbarer Vorschläge bedrängt. Sebastian Cabot (so berichtet sein Freund Richard Eden) rühmte sich noch auf seinem Sterbebette, daß ihm „durch göttliche Offenbarung eine untrügliche Methode mitgetheilt worden sei, die geographische Länge zu finden." Diese Offenbarung war der feste Glaube an die mit den Meridianen sich regelmäßig und schnell verändernde magnetische Abweichung. Der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, einer der Lehrer des Kaisers Carls V., unternahm es, die erste allgemeine

*) Sehr bemerkenswerth scheint mir zu sein, daß der früheste classische Schriftsteller über den Erdmagnetismus, William Gilbert, bei welchem man nicht die geringste Kenntniß der chinesischen Literatur vermuthen kann, doch den Seecompaß für eine chinesische Erfindung hält, die Marco Polo nach Europa gebracht habe: „Illa quidem pyxide nihil unquam humanis excogitatum artibus humano generi profuisse magis, constat. Scienciа nauticae pyxidulae traducta videtur in Italiam per Paulum Venetum, qui circa annum MCCLX apud Chinas artem pyxidis didicit." (Guilielmi Gilberti *Colcestrensis*, Medici Londinensis, de Magnete Physiologia nova, Lond. 1600 p. 4.) Die Einführung durch Marco Polo, dessen Reisen in die Jahre 1271–1295 fallen, der also nach Italien zurückkehrte, als Guyot de Provins in seinem Gedichte des Seecompasses, wie Jacques de Vitry und Dante, als eines längst bekannten Instrumentes gedacht hatten, ist durch nichts begründet. Ehe Marco Polo abreiste, schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts, bedienten sich Catalanen und Basken des Seecompasses. S. Raymundus Lullus in der Abhandlung de contemplatione, die 1272 geschrieben ist.)

Variations-Carte*) zu entwerfen: schon um das Jahr 1530, also anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich nach sehr unvollständigen Beobachtungen.

Von dem Fortschreiten, d. h. der Bewegung der magnetischen Linien, deren Kenntniß man gewöhnlich dem Gassendi zuschreibt, hatte selbst William Gilbert noch keine Ahndung, während früher Acosta, „durch portugiesische Seefahrer unterrichtet," auf dem ganzen Erdboden vier Linien ohne Abweichung annahm†). Kaum war in England durch Robert Norman 1576 die Inclinations-Bousole erfunden, so rühmte sich Gilbert, mittelst dieses Instruments in dunkler, sternloser Nacht (nere caliginoso) den Ort des Schiffes zu bestimmen‡). Ich habe, auf eigene Beobachtungen in der Südsee gestützt, gleich nach meiner Rückkehr nach Europa gezeigt, wie unter gewissen Localverhältnissen, z. B. an den Küsten von Peru in der Jahreszeit der beständigen Nebel (garua), aus der Inclination die Breite mit einer für die Bedürfnisse der Schifffahrt hinreichenden Genauigkeit bestimmt werden kann. Es ist hier bei diesen Einzelnheiten in der Absicht verweilt worden, um an der gründlichen Betrachtung eines wichtigen kosmischen Gegenstandes zu zeigen, wie (wenn man die Messung der Intensität der magnetischen Kraft und der stündlichen Veränderungen der Declination abrechnet) im 16ten Jahrhundert schon alles zur Sprache kam, was die Physiker noch heute beschäftigt. Auf der merkwürdigen Carte von Amerika, die der römischen Ausgabe von der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigefügt ist, findet sich nördlich von Gruentlant (Grönland), das als ein Theil von Asien dargestellt wird, der magnetische Pol als ein Inselberg verzeichnet. Martin Cortez in dem Breve Compendio de la Sphera (1545) und Livio Sanuto in der Geographia de Tolomeo (1588) setzen ihn südlicher. Letzterer nährte schon das, leider! noch bis in die neuere Zeit verbreitete Vorurtheil, daß, „wenn man so glücklich wäre, den magnetischen Pol (il calamitico) selbst zu erreichen, man dort alcun miracoloso stupendo effetto erleben würde."

In dem Gebiete der Wärmevertheilung und Meteorologie war schon am Ende des 15ten und in dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit gerichtet auf die mit westlicher geographischer Länge abnehmende Wärme‖) (auf die Krümmung der isothermen Linien), auf das von Bacon von Verulam verallgemeinerte Drehungsgesetz der Winde¶), auf die Abnahme der Luftfeuchtigkeit und Regenmenge durch Zerstörung der Waldungen**),

*) Das Zeugniß über den sterbenden Sebastian Cabot (, in der mit vieler historischer Kritik abgefaßten Schrift von Biddle, Memoir of Seb. Cabot p. 222. „Man kennt," sagt Biddle, „mit Genauigkeit weder das Todesjahr noch den Begräbnißort des großen Seefahrers, der Großbritannien fast einen Continent geschenkt und ohne den (wie ohne Sir Walter Raleigh) vielleicht die englische Sprache nicht von vielen Millionen der Bewohner Amerika's gesprochen würde." — Ueber die Materialien, nach denen die Variations-Carte des Alonso de Sta. Cruz construirt war, wie über die Variations-Compasse, deren Vorrichtung schon zugleich erlaubte Sonnenhöhen zu nehmen, s. Navarrete, Noticia biografica del Cosmografo Alonso de Santa Cruz p. 3–8. Der erste Variations-Compaß war schon vor 1525 von einem kunstreichen Apotheker aus Sevilla, Felipe Guillen, zu Stande gebracht. Das Bestreben, die Richtung der magnetischen Declinations-Curven genauer kennen zu lernen, war so groß, daß 1585 Juan Jaime mit Francisco Gali bloß deshalb von Manila nach Acapulco schiffte, um ein von ihm erfundenes Declinations-Instrument in der Südsee zu prüfen. S. mein Essai polit. sur la Nouv. Esp. T. IV, p. 110.

†) Acosta, Hist. natural de las Indias lib. I. cap. 17. Diese vier magnetischen Linien ohne Abweichung haben Halley durch die Streitigkeiten zwischen Henry Bond und Beckborrow auf die Theorie von vier magnetischen Polen geführt.

‡) Gilbert, de Magnete Physiologia nova lib. V. cap. 2 pag. 200.

‖) In der gemäßigten und kalten Zone ist diese Krümmung der Isothermen zwischen den westlichen Küsten von Europa und den östlichen Küsten von Nordamerika allerdings allgemein, aber im Inneren der Tropenzone laufen die Isothermen dem Aequator fast parallel; und in den raschen Schlüssen, zu denen sich Columbus verleitet sieht, blieben unbeachtet die Unterschiede des See- und Landklima's wie der Ost- und Westküsten, der Einfluß der Breite und der Winde, die über Afrika wegwehen. (Vergl. die merkwürdigen Betrachtungen über die Klimate, welche in der Vida del Almirante cap. 66 zusammengestellt sind.) Die frühe Ahndung des Columbus von der Krümmung der Isothermen im atlantischen Ocean war wohl begründet, wenn man sie auf die außer-tropische (gemäßigte und kalte) Zone beschränkt.

¶) Eine Beobachtung von Columbus (Vida del Almirante cap. 55, Examen crit. T. IV. p. 253, Kosmos Buch I. S. 167, Anm. **).

**) Der Admiral, sagt Fernando Colon (Vida del Alm. cap. 58), schrieb dem Umfang und der Dichtigkeit der Wälder, welche die Rücken der Berge bedeckten, die vielen erfrischenden, die Luft abkühlenden Regengüsse zu, denen er ausgesetzt war, so lange er längs der Küste von Jamaica hinsegelte. Er bemerkt bei dieser Gelegenheit in seinem Schiffsjournale: daß „vormals die Wassermenge eben so groß war auf Madeira, auf den canarischen und azorischen Inseln; aber daß seit der Zeit, wo man die Bäume abgehauen hat, welche Schatten verbreiteten, die Regen daselbst viel seltener geworden sind." Diese Warnung ist drei und ein halbes Jahrhundert fast unbeachtet geblieben.

auf die mit der zunehmenden Höhe über dem Meeresspiegel sich vermindernde Temperatur und auf die untere Grenze des ewigen Schnees. Daß diese Grenze Function der geographischen Breite ist, wurde zuerst von Petrus Martyr Anghiera 1510 erkannt. Alonso de Hojedo und Amerigo Vespucci hatten die Schneeberge von Santa Marta (Tierras nevadas de Citarma) bereits 1500 gesehen; Rodrigo Bastidas und Juan de la Cosa untersuchten sie mehr in der Nähe 1501; aber erst nach den Nachrichten, welche der Pilot Juan Vespucci, Neffe des Amerigo, seinem Beschützer und Freunde Anghiera über die Expedition des Colmenares mittheilte, bekam die an dem Gebirgsufer des antillischen Meeres sichtbare tropische Schneeregion eine große, man möchte sagen eine kosmische Bedeutung. Die untere Schneegrenze wurde nun mit allgemeinen Verhältnissen der Wärmeabnahme und der Verschiedenheit der Klimate in Verbindung gesetzt. Herodot in seinen Untersuchungen über das Steigen des Nils hatte (II, 22) die Existenz der Schneeberge südlich vom Wendekreise des Krebses gänzlich geläugnet. Alexanders Heerzüge führten die Griechen zwar zu den Nevadas des Hindu-Kho (ὄρη ἀχάνιφα): aber diese liegen zwischen 34° und 36° nördlicher Breite. Die einzige, von Physikern sehr unbeachtete, Angabe von „Schnee in der Aequatorial-Zone," die ich vor der Entdeckung von Amerika und vor dem Jahre 1500 kenne, ist in der berühmten Inschrift von Adulis enthalten, welche von Niebuhr für jünger als Juba und August gehalten wurde. Die gewonnene Erkenntniß der Abhängigkeit der unteren Schneegrenze von dem Polarabstande des Orts*), die erste Einsicht in das Gesetz der senkrecht abnehmenden Wärme und die dadurch bedingte Senkung einer ohngefähr gleich kalten oberen Luftschicht vom Aequator gegen die Pole hin bezeichnen einen nicht unwichtigen Zeitpunkt in der Geschichte unseres physikalischen Wissens.

Begünstigten dieses Wissen zufällige, ihrem Ursprunge nach ganz unwissenschaftliche Beobachtungen in den plötzlich erweiterten Naturkreisen, so blieb dagegen dem Zeitalter, das wir schildern, eine andere Begünstigung, die einer rein scientifischen Anregung, durch das Mißgeschick sonderbarer Verhältnisse entzogen. Der größte Physiker des fünfzehnten Jahrhunderts, der mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen den bewundernswürdigsten Tiefblick in die Natur verband, Leonardo da Vinci, war der Zeitgenosse des Columbus; er starb drei Jahre nach ihm. Die Meteorologie hatte den ruhmgekrönten Künstler eben so viel als die Hydraulik und Optik beschäftigt. Er wirkte bei seinem Leben durch die großen Werke der Malerei, welche er schuf, und durch seine begeisterte Rede: nicht durch Schriften. Wären die physischen Ansichten des Leonardo da Vinci nicht in seinen Manuscripten vergraben geblieben, so würde das Feld der Beobachtung, welches die neue Welt darbot, schon vor der großen Epoche von Galilei, Pascal und Huygens in vielen Theilen wissenschaftlich bearbeitet worden sein. Wie Francis Bacon und ein volles Jahrhundert vor diesem, hielt er die Induction für die einzige sichere Methode in der Naturwissenschaft; dobbiamo cominciare dall' esperienza, e per mezzo di questa scoprirne la ragione †).

So wie nun, selbst bei dem Mangel messender Instrumente, klimatische Verhältnisse in den tropischen Gebirgsländern, durch Vertheilung der Wärme, Extreme der Lufttrockenheit und Frequenz electrischer Explosionen, in den Schriften über die ersten Landreisen häufig besprochen wurden; so faßten auch sehr frühe die Seefahrer richtige Ansichten von der Direction und Schnelligkeit von Strömungen, die, Flüssen von sehr veränderlicher Breite vergleichbar, den atlantischen Ocean durchsetzen. Der eigentliche Aequatorialstrom, die

*) Kosmos Buch I. S. 175 und Anm., Examen crit. T. IV. p. 294, Asie centrale T. III. p. 235. Die Inschrift von Adulis, fast anderthalb tausend Jahre älter als Anghiera, spricht von abyssinischem Schnee, in den man bis an die Knie versinkt.

†) Leonardo da Vinci sagt von diesem Verfahren sehr schön: questo è il methodo da osservarsi nella ricerca de' fenomeni della natura. S. Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard da Vinci 1797 p. 31; Amoretti, Memorie storiche sû la vita di Lionardo da Vinci, Milano 1804 p. 143 (in seiner Ausgabe des Trattato della Pittura, T. XXXIII. der Classici Italiani); Whewell, Philos. of the inductive Sciences 1840 Vol. II. p. 368–370; Brewster, Life of Newton p. 332. Die meisten physikalischen Arbeiten des Leonardo da Vinci sind von 1498.

Bewegung der Waſſer zwiſchen den Wendekreiſen, iſt zuerſt von Columbus beſchrieben worden. Es drückt ſich derſelbe darüber auf das beſtimmteſte und in großer Allgemeinheit in ſeiner dritten Reiſe aus. „Die Waſſer bewegen ſich con los cielos (wie das Himmelsgewölbe) von Oſten nach Weſten.“ Selbſt die Richtung einzeln ſchwimmender Maſſen von Seetang *) bekräftigten dieſen Glauben. Eine kleine Pfanne von leichtem Eiſenblech, welche er in den Händen der Eingebornen der Inſel Guadalupe fand, leitete Columbus auf die Vermuthung, daß ſie europäiſchen Urſprunges und aus den Trümmern eines geſcheiterten Schiffes entlehnt ſein könnte, welche die Aequatorialſtrömung von den iberiſchen Küſten nach den amerikaniſchen geführt hätte. In ſeinen geognoſtiſches Phantaſien hielt er die Exiſtenz der Inſelreihe der kleinen Antillen wie die eigenthümliche Geſtaltung der großen, d. i. die Uebereinſtimmung der Richtung ihrer Küſten mit der der Breiten-Parallelen, für die lange Wirkung der oſt-weſtlichen Meeresbewegung zwiſchen den Wendekreiſen.

Als auf ſeiner vierten und letzten Reiſe der Admiral die nord-ſüdliche Richtung der Küſten des Continents vom Vorgebirge Gracias a Dios bis zur Laguna de Chiriqui erkannte, fühlte er die Wirkungen der heftigen Strömung, welche nach N. und NNW. treibt und eine Folge des Stoßes des oſt-weſtlichen Aequatorialſtromes gegen die dammartig vorliegende Küſte iſt. Anghiera überlebte den Columbus lange genug, um die Ablenkung der atlantiſchen Gewäſſer in ihrem ganzen Zuſammenhange aufzufaſſen, um den Wirbel in dem Golf von Mexico und die Fortpflanzung der Bewegung bis zu der Tierra de los Bacallaos (Neufundland) und der Mündung des St. Lorenzfluſſes zu erkennen. Ich habe an einem andern Orte umſtändlich entwickelt, wie viel die Expedition des Ponce de Leon im Jahr 1512 zur genaueren Feſtſtellung der Ideen beigetragen hat, und daß man in einer von Sir Humphrey Gilbert zwiſchen 1567 und 1576 geſchriebenen Abhandlung die Bewegung der Gewäſſer des atlantiſchen Meeres von dem Vorgebirge der guten Hoffnung bis zur Bank von Neufundland nach Anſichten behandelt findet, welche mit denen meines vortrefflichen dahingeſchiedenen Freundes des Major Rennell faſt ganz übereinſtimmen.

Mit der Kenntniß der Strömungen verbreitete ſich auch die der großen Bänke von Seetang (Fucus natans), der oceaniſchen Wieſen, welche das merkwürdige Schauſpiel der Zuſammenhäufung einer geſelligen Pflanze auf einem Raume darbieten, deſſen Flächeninhalt faſt ſiebenmal den von Frankreich übertrifft. Die große Fucus-Bank, das eigentliche Mar de Sargasso, breitet ſich aus zwiſchen 19° und 34° nördlicher Breite. Ihre Hauptaxe liegt ohngefähr ſieben Grad weſtlich von der Inſel Corvo. Die kleine Fucus-Bank fällt dagegen in den Raum zwiſchen den Bermuden und den Bahama-

*) Wie groß die Aufmerkſamkeit auf Naturerſcheinungen von früher Zeit an bei den Seeleuten geweſen iſt, erkennt man auch in den älteſten ſpaniſchen Berichten. Diego de Lepe z. B. fand 1499 (wie ein Zeugniß in dem fiscaliſchen Proceſſe gegen die Erben von Chriſtoph Columbus es uns lehrt) mittelſt eines mit Klappen-Ventilen verſehenen Gefäßes, welches ſich erſt am Meeresboden öffnete, daß weit von der Mündung des Orinoco eine 6 Faden dicke Schicht ſüßen Waſſers das Salzwaſſer bedeckt (Navarrete, Viages y descubrim. T. III. p. 549). Columbus ſchöpfte im Süden der Inſel Cuba milchweißes Seewaſſer („weiß, als wäre Mehl hineingeſtreut“) um es in Flaſchen mit nach Spanien zu nehmen (Vida del Almirante p. 56). Ich war der Längenbeſtimmungen wegen an denſelben Punkten, und es hat mich Wunder genommen, daß dem alten erfahrenen Admiral die auf Untiefen ſo gewöhnliche trübe milchweiße Farbe des Seewaſſers eine neue unerwartete Erſcheinung habe ſein können. — Was den Golfſtrom ſelbſt betrifft, der als ein wichtiges kosmiſches Phänomen zu betrachten iſt, ſo waren die Wirkungen deſſelben ſchon lange vor der Entdeckung von Amerika auf den azoriſchen und canariſchen Inſeln durch Anſchwemmung von Bambusrohr, Pinusſtämmen und ſonderbar geſtalteten Leichnamen aus den Antillen, ja ſelbſt durch die unwillkührliche Landung von fremden Menſchen in Canots, „die nie untergehen können,“ vielfach beobachtet worden. Man ſchrieb dieſelben aber damals allein der Stärke von Weſtſtürmen zu (Vida del Almirante cap. 8; Herrera Dec. I. lib. I cap. 2, lib. IX cap. 12): ohne noch die von der Richtung der Winde ganz unabhängige Bewegung der Waſſer, die gleichſam rückwirkende Inflexion des pelagiſchen Stromes gegen Oſten und Südoſten, d. h. den Impuls zu erkennen, welcher alljährlich tropiſche Früchte der Antillen den iriſchen und norwegiſchen Küſten zuführt. Vergl. das Memoire des Sir Humphrey Gilbert „über die Möglichkeit einer nordweſtlichen Durchfahrt nach dem Cathai“ in Hakluyt, Navigation and Voyages Vol. III. p. 14. Herrera Dec. I. lib. IX cap. 12 und Examen crit. T. II. p. 247–257, T. III. p. 99–108.

Inſeln. Winde und partielle Strömungen wirken nach Verſchiedenheit der Jahre auf die Lage und den Umfang dieſer atlantiſchen Tangwieſen, deren erſte Beſchreibung wir dem Columbus verdanken. Kein anderes Meer beider Hemiſphären zeigt in ähnlicher Größe dieſe Gruppirung geſelliger Pflanzen*).

Aber die wichtige Zeitepoche der Entdeckungen im Erdraume, die plötzliche Eröffnung einer unbekannten Erdhälfte hat auch die Anſicht der Welträume oder, wie ich mich beſtimmter ausdrücken ſollte, des ſcheinbaren Himmelsgewölbes erweitert. Weil der Menſch, nach einem ſchönen Ausdruck des elegiſchen Garcilaſo de la Vega, in der Wanderung nach fernen Ländern (unter verſchiedenen Breitengraden) „Land und Geſtirne“ gleichzeitig ſich ändern ſieht†), ſo mußte das Vordringen zum Aequator an beiden Küſten von Afrika und bis über die Südſpitze des Neuen Continents den Seefahrern und Landreiſenden jetzt länger und öfter das prachtvolle Schauſpiel der ſüdlichen Sternbilder vorführen, als es zu den Zeiten des Hiram und der Ptolemäer, zu der der römiſchen Weltherrſchaft und des arabiſchen Handelsverkehrs im rothen Meere oder in dem indiſchen Ocean zwiſchen der Straße Bab-el-Mandeb und der weſtlichen Halbinſel Indiens geſchehen konnte. Amerigo Veſpucci in ſeinen Briefen, Vicente Yanez Pinzon, Pigafetta, der Magellan's und Elcano's Begleiter war, haben, wie Andrea Corſali auf der Fahrt nach Cochin in Oſtindien, in dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die erſten und lebendigſten Anſchauungen des ſüdlichen Himmels (jenſeits der Füße des Centauren und des herrlichen Sternbildes des Schiffes Argo) geliefert. Amerigo, literariſch gelehrter, aber auch ruhmrediger als die anderen, preiſt nicht ohne Anmuth die Lichtfülle, die maleriſche Gruppirung und den fremdartigen Anblick von Geſtirnen, die um den ſternarmen Südpol kreiſen. Er behauptet in ſeinem Briefe an Pierfrancesco de' Medici, daß er ſich auf ſeiner dritten Seefahrt ſorgfältig mit den ſüdlichen Conſtellationen beſchäftigt, den Polar-Abſtand der hauptſächlichſten gemeſſen und ſie gezeichnet habe. Was er davon mittheilt, läßt freilich den Verluſt jener Meſſungen leicht verſchmerzen.

Die räthſelhaften ſchwarzen Flecke (Kohlenſäcke) finde ich zuerſt von Anghiera im Jahr 1510 beſchrieben. Sie waren ſchon 1499 von den Begleitern des Vicente Yanez Pinzon bemerkt worden auf der Expedition, die von Palos auslief und Beſitz von dem braſilianiſchen Cap San Auguſtin nahm‡). Der Canopo fosco (Canopus niger) des Amerigo iſt wahrſcheinlich auch einer der coalbags. Der ſcharfſinnige Acoſta vergleicht ſie mit dem verfinſterten Theile der Mondſcheibe (in partieller Finſterniß) und ſcheint ſie einer Leerheit im Himmelsraume, einer Abweſenheit von Sternen zuzuſchreiben. Rigaud hat gezeigt, wie ein berühmter Aſtronom die Kohlenſäcke, von denen Acoſta beſtimmt ſagt, daß ſie in Peru (nicht in Europa) ſichtbar ſind und wie andere Sterne ſich um den Südpol bewegen, für die erſte Angabe von Sonnenflecken gehalten hat||). Die Kenntniß der beiden Magellaniſchen Wolken wird mit Unrecht dem Pigafetta zugeſchrieben. Ich finde, daß Anghiera, geſtützt auf die Beobachtungen portugieſiſcher Seefahrer, dieſer Wolken ſchon 8 Jahre vor der Beendigung der Magellaniſchen Weltumſchiffung erwähnt. Er vergleicht ihren milden Glanz mit dem der Milchſtraße. Der Scharfſichtigkeit der Araber ſcheint aber die große Wolke nicht entgangen zu ſein. Sie iſt ſehr wahrſcheinlich der weiße Ochſe, Bakar, ihres ſüdlichen Himmels, d. h. der weiße Flecken, von dem der Aſtronom Abdurrahman Soſi ſagt, daß man ihn nicht in Bagdad, nicht im nördlichen Arabien, wohl aber im Tehama und in dem Parallel der Meerenge Bab-el-Mandeb ſehen kann. Griechen und Römer ſind denſelben Weg unter den Lagiden und ſpäter gewandert, und haben nichts bemerkt oder wenigſtens in auf uns gekommenen Schriften nichts aufgezeichnet über eine

*) Examen crit. T. III. p. 26 und 66–99; Kosmos Buch I. S. 163.

†) Alonſo de Ercilla hat in der Araucana die Stelle des Garcilaſo nachgeahmt: Climas passò, mudò constelaciones; ſ. Kosmos Buch II. S. 217.

‡) Petr. Mart. Ocean. Dec. I. lib. IX p. 91; Examen crit. T. IV. p. 221 und 317.

||) Acoſta, Hist. natural de las Indias lib. I cap. 2; Rigaud, Account of Harriot's astron. papers 1833 p. 37.

südliche Sternbilder aufsteigen sehen, welche, lange unsichtbar, erst nach Jahrtausenden wiederkehren werden. Canopus war schon zur Zeit des Columbus zu Toledo (Br. 39° 54′) voll 1° 20′ unter dem Horizont; jetzt erhebt er sich noch fast eben so viel über den Horizont von Cadix. Für Berlin und die nördlichen Breiten überhaupt sind die Sterne des südlichen Kreuzes, wie α und β des Centauren, mehr und mehr im Entfernen begriffen, während sich die Magellanischen Wolken unseren Breiten langsam nähern. Canopus ist in dem verflossenen Jahrtausend in seiner größten nördlichen Annäherung gewesen, und geht jetzt, doch überaus langsam wegen seiner Nähe am Südpol der Ekliptik, immer mehr südlich. Das Kreuz fing in 52° ½ nördlicher Breite an unsichtbar zu werden 2900 Jahre vor unserer Zeitrechnung, da dieses Sternbild, nach Galle, sich vorher auf mehr als 10° Höhe hatte erheben können. Als es an dem Horizont unserer baltischen Länder verschwand, stand in Aegypten schon ein halbes Jahrtausend die große Pyramide des Cheops. Das Hirtenvolk der Hykſos machte seinen Einfall 700 Jahre später. Die Vorzeit tritt uns scheinbar näher, wenn man ihr Maaß an denkwürdige Ereignisse knüpft.

Gleichzeitig mit der Erweiterung einer mehr beschaulichen als wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume waren die Fortschritte in der nautischen Astronomie, d. h. in der Vervollkommnung der Methoden den Ort des Schiffes (seine geographische Breite und Länge) zu bestimmen. Alles, was in dem Laufe der Zeiten diese Fortschritte der Schiffahrtskunde hat begünstigen können: der Compaß und die sichere Ergründung der magnetischen Abweichung, die Messung der Geschwindigkeit durch die sorgfältigere Vorrichtung des Logs wie den Gebrauch der Chronometer und Mond-Abstände, die bessere Construction der Fahrzeuge, die Ersetzung der Kräfte des Windes durch eine andere Kraft, vor allem aber die geschickte Anwendung der Astronomie auf die Schiffsrechnung; darf als kräftige Mittel betrachtet werden zur Erschließung der gesammten Erdräume, zur beschleunigten Belebung des Weltverkehrs, zur Ergründung kosmischer Verhältnisse. Diesen Standpunkt auffassend, erinnern wir hier von neuem daran, wie schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in der Marine der Catalanen und der Insel Majorca „nautische Instrumente üblich waren, um die Zeit durch Sternhöhen zu finden," und wie das von Raymundus Lullus in seiner Arte de Navegar beschriebene Astrolabium fast zweihundert Jahre älter ist als das des Martin Behaim. Die Wichtigkeit der astronomischen Methoden wurde in Portugal so lebhaft anerkannt, daß gegen das Jahr 1484 Behaim zum Präsidenten einer „Junta de Mathematicos" ernannt wurde, welche Tafeln der Declination der Sonne berechnen und, wie Barras sagt*), die Piloten lehren sollte, die maneira de navegar per altura do Sol. Von dieser Schifffahrt „nach den Meridian-Höhen der Sonne" wurde damals schon scharf die Schifffahrt por la altura del Este-Oeste †), d. h. durch Längenbestimmungen, unterschieden.

Das Bedürfniß, die Lage der päpstlichen Demarcationslinie, und so in dem neu entdeckten Brasilien und den südindischen Inseln die Grenze zwischen dem rechtmäßigen Besitze der portugiesischen und spanischen Krone aufzufinden, vermehrte, wie wir schon oben bemerkt, den Drang nach praktischen Längenmethoden. Man fühlte, wie selten die alte unvollkommene hipparchische Methode der Mondfinsternisse anzuwenden sei, und der Gebrauch der Monddistanzen wurde schon 1514 von dem Nürnberger Astronomen Johann Werner, und bald nachher von Orontius Finäus und Gemma Frisius anempfohlen. Leider mußte aber diese Methode lange unanwendbar bleiben, bis, nach den vielen vergeblichen Versuchen mit den Instrumenten von Peter Apianus (Bienewitz) und Alonso de Santa Cruz, durch Newton's Scharfsinn (1700) der Spiegel-Sextant erfunden und durch Hedley (1731) unter die Seefahrer verbreitet wurde.

*) Barros da Asia Dec. I. liv. IV cap. 2 (1778) p. 282.

†) Navarrete, Coleccion de los Viages y Descubrimientos que hicieron por mar los Españoles T. IV. p. XXXII (in der Noticia Biografica de Fernando de Magallanes).

Der Einfluß der arabischen Astronomen wirkte von Spanien aus auch auf die Fortschritte der nautischen Astronomie. Man versuchte freilich zur Längenbestimmung vieles, das nicht gelang; und die Schuld des Nichtgelingens wurde seltener auf die Unvollkommenheit der Beobachtung als auf Druckfehler in den astronomischen Ephemeriden des Regiomontanus geschoben, deren man sich bediente. Die Portugiesen verdächtigten sogar die Ergebnisse der astronomischen Angaben der Spanier, deren Tafeln aus politischen Gründen verfälscht sein sollten*). Das auf einmal erwachte Bedürfniß nach den Hülfsmitteln, welche die nautische Astronomie wenigstens theoretisch verhieß, spricht sich besonders lebhaft aus in den Reiseberichten des Columbus, Amerigo Vespucci, Pigafetta und Andreas de San Martin, des berühmten Piloten der Magellanischen Expedition, der die Längenmethoden des Ruy Falero besaß. Oppositionen der Planeten, Sternbedeckungen, Höhen-Differenzen zwischen dem Monde und Jupiter, Veränderungen der Declination des Mondes wurden mit mehr oder wenigerem Erfolge versucht. Wir besitzen Conjunctions-Beobachtungen von Columbus in der Nacht des 13. Januar 1439 aus Haiti. Die Nothwendigkeit einen eigenen, wohlunterrichteten Astronomen jeder großen Expedition beizugeben wurde so allgemein gefühlt, daß die Königin Isabella dem Columbus am 5. Sept. 1493 schreibt: „ob er gleich in seinem Unternehmen bewiesen habe, daß er mehr wisse als irgend ein sterblicher Mensch (que ninguno de los nacidos), so rathe sie ihm doch den Fray Antonio de Marchena, als einen gelehrten und fügsamen Sternkundigen, mit sich zu nehmen." Columbus sagt in der Beschreibung seiner vierten Reise: „Es giebt nur Eine untrügliche Schiffsrechnung, die der Astronomen. Wer diese versteht, kann zufrieden sein. Was sie gewährt, gleicht einer vision profetica†). Unsere unwissenden Piloten, wenn sie viele Tage die Küste aus den Augen verloren haben, wissen nicht, wo sie sind. Sie würden die Länder nicht wiederfinden, die ich entdeckt. Zum Schiffen gehört Compas y arte, die Bussole und das Wissen, die Kunst der Astronomen."

Ich habe diese charakteristischen Einzelheiten erwähnt, weil sie anschaulicher machen, wie die nautische Sternkunde, das mächtige Werkzeug der Sicherung der Schifffahrt und durch diese Sicherung das Mittel der erleichterten Zugänglichkeit zu allen Erdräumen, in dem hier geschilderten Zeitabschnitt die erste Entwickelung empfing; wie in der allgemeinen Bewegung der Geister früh die Möglichkeit von Methoden erkannt wurde, die erst nach Vervoll-

---

*) Barros Dec. III. Parte 2. 1777 p. 650 und 658–662.

†) Die Königin schreibt an Columbus: „Nosotros mismos, *y no otro alguno*, habemos visto algo del libro que nos dejástes (ein Reisejournal, in dem der mißtrauische Seemann alle numerischen Angaben von Breitengraden und Distanzen weggelassen hatte): quanto mas en esto platicamos y vemos, conocemos *cuan gran cosa ha seido este negocio vuestro y que habeis sabido en ello mas que nunca se pensó que pudiera saber ninguno de los nacidos. Nos parece que seria bien* que llevásedes con vos *un buen Estrologo*, y nos parescia que seria bueno para esto Fray Antonio de Marchena, porque es buen Estrologo y siempre nos pareció *que se conformaba con vuestro parecer.*" Ueber diesen Marchena, der identisch ist mit Fray Juan Perez, dem Guardian des Klosters de la Rabida, in welchem Columbus in seiner Armuth 1484 die Mönche „für sein Kind um Brodt und Wasser ansprach," s. Navarrete T. II. p. 110, T. III. p. 597 und 603 (Munoz, Hist. del Nuevo Mundo lib. IV § 24). — Die astronomischen Ephemeriden nennt Columbus eine vision profetica in einem Briefe an die Christianissimos Monarcas aus Jamaica vom 7. Jul. 1503 (Navarrete T. I. p. 306). — Der portugiesische Astronom Ruy Falero, aus Cubilla gebürtig, von Carl V. 1519 zugleich mit Magellan zum Caballero de la Orden de Santiago ernannt, spielte eine wichtige Rolle in den Zurüstungen zu Magellan's Weltumseglung. Er hatte eine eigene Abhandlung über die Längenbestimmungen für Magellan angefertigt, von welcher der große Geschichtsschreiber Barros einige Capitel handschriftlich besaß (Examen crit. T. I. p. 276 und 302, T. IV. p. 315): wahrscheinlich dieselbe, welche 1535 in Sevilla bei Johann Cromberger gedruckt worden ist. Navarrete (Obra póstuma sobre la Hist. de la Nautica y de las ciencias matematicas 1846 p. 147) hat das Buch selbst in Spanien nicht auffinden können. Ueber die vier Längenmethoden, die Falero durch Eingebung seines Demonio familiar besaß, s. Herrera Dec. II. lib. II cap. 19 und Navarrete T. V. p. LXXVII. Später machte der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, derselbe, welcher (wie der Apotheker aus Sevilla, Felipe Guillen, 1525) die Länge durch die Variation der Magnetnadel zu bestimmen versuchte, unausführbare Vorschläge, zu demselben Zweck durch Uebertragung der Zeit zu gelangen; aber seine Chronometer waren Sand- und Wasseruhren, Räderwerke durch Gewichte bewegt, ja selbst „in Oel getränkte Dochte," die in sehr gleicher Zeitdauer abbrannten! — Pigafetta (Transunto del Trattato di Navigazione p. 219) empfiehlt Mondhöhen im Meridian. Von den Lunar-Längenmethoden sagt Amerigo Vespucci sehr naiv und wahr: der Vortheil, welchen sie gewähren, entspringe aus dem corso più leggier de la luna (Canova, Viaggi p. 57).

kommnung der Uhren, der winkelmessenden Instrumente und der Sonnen- und Mondtafeln von ausgebreiteter praktischer Anwendung sein konnten. Wenn der Charakter eines Jahrhunderts „die Offenbarung des menschlichen Geistes in einer bestimmten Zeitepoche" ist, so hat das Jahrhundert des Columbus und der großen nautischen Entdeckungen, indem es auf eine unerwartete Weise die Objecte des Wissens und der Anschauungen vermehrte, auch den folgenden Jahrhunderten einen neuen und höheren Schwung gegeben. Es ist die Eigenthümlichkeit wichtiger Entdeckungen, daß sie zugleich den Kreis der Eroberungen und die Aussicht in das Gebiet, das noch zu erobern übrig bleibt, erweitern. Schwache Geister glauben in jeder Epoche wohlgefällig, daß die Menschheit auf den Culminationspunkt intellectueller Fortschritte gelangt sei; sie vergessen, daß durch die innige Verkettung aller Naturerscheinungen, in dem Maaße als man vorschreitet, das zu durchlaufende Feld eine größere Ausdehnung gewinnt, daß es von einem Gesichtskreise begrenzt ist, der unaufhörlich vor dem Forscher zurückweicht.

Wo hat die Geschichte der Völker eine Epoche aufzuweisen, der gleich, in welcher die folgenreichsten Ereignisse: die Entdeckung und erste Colonisation von Amerika, die Schifffahrt nach Ostindien, um das Vorgebirge der guten Hoffnung, und Magellan's erste Erdumseglung, mit der höchsten Blüthe der Kunst, mit dem Erringen geistiger, religiöser Freiheit und der plötzlichen Erweiterung der Erd- und Himmelskunde zusammentrafen? Eine solche Epoche verdankt einen sehr geringen Theil ihrer Größe der Ferne, in der sie uns erscheint, dem Umstand, daß sie ungetrübt von der störenden Wirklichkeit der Gegenwart nur in der geschichtlichen Erinnerung auftritt. Wie in allen irdischen Dingen, ist auch hier des Glückes Glanz mit tiefem Weh verschwistert gewesen. Die Fortschritte des kosmischen Wissens wurden durch alle Gewaltthätigkeiten und Gräuel erkauft, welche die sogenannten civilisirenden Eroberer über den Erdball verbreiten. Es ist aber eine unverständig vermessene Kühnheit, in der ununterbrochenen Entwickelungsgeschichte der Menschheit über das Abwägen von Glück und Unglück dogmatisch zu entscheiden. Es geziemt dem Menschen nicht, Weltbegebenheiten zu richten, welche, in dem Schooße der Zeit langsam vorbereitet, nur theilweise dem Jahrhundert zugehören, in das wir sie versetzen.

Die erste Entdeckung des mittleren und südlichen Theils der Vereinigten Staaten von Nordamerika durch die Scandinavier ist fast gleichzeitig mit der Erscheinung und dem geheimnißvollen Auftreten von Manco Capac in dem Hochlande von Peru; sie ist 200 Jahre älter als die Ankunft der Azteken im Thale von Mexico. Die Gründung der Hauptstadt (Tenochtitlan) fällt um volle 325 Jahre später. Hätten diese normännischen Colonisationen langedauernde Folgen gehabt, wären sie von einem mächtigen, politisch einigen Mutterlande genährt und beschützt worden, so würden die vordringenden germanischen Stämme viele unstäte Jägerhorden*) noch da umherziehend gefunden haben, wo die spanischen Eroberer ansässige Ackerbauer fanden.

---

*) Die amerikanische Menschenrace, eine und dieselbe von 65° nördlicher bis 55° südlicher Breite, ging vom Jagdleben nicht durch die Stufe des Hirtenlebens zum Ackerbau über. Dieser Umstand ist um so merkwürdiger, als der Bison, von welchem ungeheure Heerden umherschwärmen, der Zähmung fähig ist und viel Milch gibt. Wenig beachtet ist die Nachricht, die man in Gomara (Historia gen. de las Indias cap. 214) liest, und nach der im Nordwesten von Mexico unter 40° Breite noch im 16ten Jahrhunderte ein Volksstamm lebte, dessen größter Reichthum in Heerden gezähmter Bisons (bueyes con una giba) bestand. Von diesen Thieren erhielten die Eingeborenen Stoff zur Bekleidung, Speise und Trank, wahrscheinlich Blut (Prescott, Conquest of Mexico Vol. III. p. 416); denn die Abneigung gegen Milch, oder wenigstens der Nichtgebrauch derselben, scheint vor der Ankunft der Europäer allen Eingeborenen des Neuen Continents mit den Bewohnern von China und Cochinchina gemein gewesen zu sein. Allerdings gab es von je her in dem gebirgigen Theile von Quito, Peru und Chili Heerden zahmer Lamas. Diese Heerden waren aber der Reichthum von Völkern, welche angesiedelt sich mit der Cultur des Bodens beschäftigten; in den Cordilleren von Südamerika fand man keine Hirtenvölker, kein Hirtenleben. Was sind die „gezähmten Hirsche" bei der Punta de S. Helena, deren ich Erwähnung finde in Herrera Dec. II. lib. X cap. 6 (T. I, p. 471, ed. Amberes 1728)? Diese Hirsche sollen Milch und Käse gegeben haben: ciervos que dan leche y queso y se crian en casa! Aus welcher Quelle ist diese Notiz geschöpft? Sie kann aus keiner Verwechselung mit den geweih- und hornlosen Lamas der kalten Bergregion entstanden sein, von denen Garcilaso (Comment. reales P. I. lib. V cap. 2, p. 135) behauptete, daß sie in Peru, besonders auf der Hochebene von [illegible], zum Theil gebraucht wurden.

Der Einfluß der arabiſchen Aſtronomen wirkte von Spanien aus auch auf die Fortſchritte der nautiſchen Aſtronomie. Man verſuchte freilich zur Längenbeſtimmung vieles, das nicht gelang; und die Schuld des Nichtgelingens wurde ſeltener auf die Unvollkommenheit der Beobachtung als auf Druckfehler in den aſtronomiſchen Ephemeriden des Regiomontanus geſchoben, deren man ſich bediente. Die Portugieſen verdächtigten ſogar die Ergebniſſe der aſtronomiſchen Angaben der Spanier, deren Tafeln aus politiſchen Gründen verfälſcht ſein ſollten *). Das auf einmal erwachte Bedürfniß nach den Hülfsmitteln, welche die nautiſche Aſtronomie wenigſtens theoretiſch verhieß, ſpricht ſich beſonders lebhaft aus in den Reiſeberichten des Columbus, Amerigo Veſpucci, Pigafetta und Andreas de San Martin, des berühmten Piloten der Magellaniſchen Expedition, der die Längenmethoden des Ruy Falero beſaß. Oppoſitionen der Planeten, Sternbedeckungen, Höhen-Differenzen zwiſchen dem Monde und Jupiter, Veränderungen der Declination des Mondes wurden mit mehr oder wenigerem Erfolge verſucht. Wir beſitzen Conjunctions-Beobachtungen von Columbus in der Nacht des 13. Januar 1439 aus Haiti. Die Nothwendigkeit einen eigenen, wohlunterrichteten Aſtronomen jeder großen Expedition beizugeben wurde ſo allgemein gefühlt, daß die Königin Iſabella dem Columbus am 5. Sept. 1493 ſchreibt: „ob er gleich in ſeinem Unternehmen bewieſen habe, daß er mehr wiſſe als irgend ein ſterblicher Menſch (que ninguno de los nacidos), ſo rathe ſie ihm doch den Fray Antonio de Marchena, als einen gelehrten und fügſamen Sternkundigen, mit ſich zu nehmen." Columbus ſagt in der Beſchreibung ſeiner vierten Reiſe: „Es giebt nur Eine untrügliche Schiffsrechnung, die der Aſtronomen. Wer dieſe verſteht, kann zufrieden ſein. Was ſie gewährt, gleicht einer vision profetica †). Unſere unwiſſenden Piloten, wenn ſie viele Tage die Küſte aus den Augen verloren haben, wiſſen nicht, wo ſie ſind. Sie würden die Länder nicht wiederfinden, die ich entdeckt. Zum Schiffen gehört Compas y arte, die Buſſole und das Wiſſen, die Kunſt der Aſtronomen."

Ich habe dieſe charakteriſtiſchen Einzelheiten erwähnt, weil ſie anſchaulicher machen, wie die nautiſche Sternkunde, das mächtige Werkzeug der Sicherung der Schifffahrt und durch dieſe Sicherung das Mittel der erleichterten Zugänglichkeit zu allen Erdräumen, in dem hier geſchilderten Zeitabſchnitt die erſte Entwickelung empfing; wie in der allgemeinen Bewegung der Geiſter früh die Möglichkeit von Methoden erkannt wurde, die erſt nach Vervoll-

---

*) Barros Dec. III. Parte 2. 1777 p. 650 und 658–662.

†) Die Königin ſchreibt an Columbus: „Nosotros mismos, *y no otro alguno*, habemos visto algo del libro que nos dejástes (ein Reiſejournal, in dem der mißtrauiſche Seemann alle numeriſchen Angaben von Breitengraden und Diſtanzen weggelaſſen hatte): quanto mas en esto platicamos y vemos, conocemos *cuan gran cosa ha seido este negocio vuestro y que habeis sabido en ello mas que nunca se pensó que pudiera saber ninguno de los nacidos. Nos parece que seria bien* que llevásedes con vos *un buen Estrologo*, y nos parescia que seria bueno para esto Fray Antonio de Marchena, porque es buen Estrologo y siempre nos pareció *que se conformaba con vuestro parecer*." Ueber dieſen Marchena, der identiſch iſt mit Fray Juan Perez, dem Guardian des Kloſters de la Rabida, in welchem Columbus in ſeiner Armuth 1484 die Mönche „für ſein Kind um Brodt und Waſſer anſprach," ſ. Navarrete T. II. p. 110, T. III. p. 597 und 603 (Muñoz, Hist. del Nuevo Mundo lib. IV § 24). — Die aſtronomiſchen Ephemeriden nennt Columbus eine vision profetica in einem Briefe an die Christianissimos Monarcas aus Jamaica vom 7. Jul. 1503 (Navarrete T. I. p. 306). — Der portugieſiſche Aſtronom Ruy Falero, aus Cubilla gebürtig, von Carl V. 1519 zugleich mit Magellan zum Caballero de *la Orden* de Santiago ernannt, ſpielte eine wichtige Rolle in den Zurüſtungen zu Magellan's Weltumſegelung. Er hatte eine eigene Abhandlung über die Längenbeſtimmungen für Magellan angefertigt, von welcher der große Geſchichtsſchreiber Barros einige Capitel handſchriftlich beſaß (Examen crit. T. I. p. 276 und 302, T. IV. p. 315): wahrſcheinlich dieſelbe, welche 1535 in Sevilla bei Johann Cromberger gedruckt worden iſt. Navarrete (Obra póstuma sobre la Hist. de la Nautica y de las ciencias matematicas 1846 p. 147) hat das Buch ſelbſt in Spanien nicht auffinden können. Ueber die vier Längenmethoden, die Falero durch Eingebung ſeines Demonio familiar beſaß, ſ. Herrera Dec. II. lib. II cap. 19 und Navarrete T. V. p. LXXVII. Später machte der Cosmograph Alonſo de Santa Cruz, derſelbe, welcher (wie der Lytheker aus Sevilla, Felipe Guillen, 1525) die Länge durch die Variation der Magnetnadel zu beſtimmen verſuchte, unausführbare Vorſchläge, zu demſelben Zweck durch Uebertragung der Zeit zu gelangen: aber ſeine Chronometer waren Sand- und Waſſeruhren, Räderwerke durch Gewichte bewegt, ja ſelbſt „in Oel getränkte Dochte," die in ſehr gleicher Zeitdauer abbrannten! — Pigafetta (Transunto del Trattato di Navigazione p. 219) empfiehlt Mondhöhen im Meridian. Von den Lunar-Längenmethoden ſagt Amerigo Veſpucci ſehr naiv und wahr: der Vortheil, welchen ſie gewähren, entſpringe aus dem corso più leggier de la luna (Canovai, Viaggi p. 57).

lumbus entzogen. Durch Handelsverkehr und Vervollkommnung der Schifffahrt seit einem halben Jahrhundert Europa näher gebracht, hat der Neue Welttheil einen wichtigen Ein-

---

in Ebner'schen Bibliothek zu Nürnberg von 1527 und in denen verschiedene, von Güssefeld gestochene des Diego Ribero von 1529 für die ältesten Carten des Neuen Continents gehalten (a. a. O. T. II. p. 184, T. III. p. 191). Vespucci hatte mit Juan de la Cosa, dessen, volle sechs Jahre vor des Columbus Tode, 1499 im Puerto de Santa Maria gezeichnete Carte ich zuerst bekannt gemacht habe, in der Expedition von Alonso de Hojeda 1499 die Küsten von Südamerika besucht, ein Jahr nach Christoph Columbus dritter Reise. Vespucci kann gar keinen Zweck haben können, eine Reise vom Jahre 1497 zu fingiren, da er sowohl als Columbus bis an ihren Tod fest überzeugt gewesen sind, nur Theile des östlichen Asiens berührt zu haben. (Vergl. den Brief des Columbus an den Pabst Alexander VI. vom Februar 1502 und einen anderen an die Königin Isabella vom Julius 1503 in Navarrete T. I. p. 304, T. II. p. 280, wie Vespucci's Brief an Pier Francesco de' Medici in Bandini Vita e lettere di Amerigo Vespucci p. 66 und 83.) Pedro de Ledesma, Pilot des Columbus auf der dritten Reise, sagt noch 1513 in dem Processe gegen die Erben, „daß man Paria für einen Theil von Asien halte, la tierra firme que dicese que es de Asia;" Navarrete T. III. p. 539. Die oft gebrauchten Periphrasen Mundo nuovo, alter Orbis, Colonna novi orbis repertor stehen damit nicht in Widerspruch, da sie nur auf nie vorher gesehene Gegenden deuten und ebenso von Strabo, Mela, Tertullian, Isidor von Sevilla und Cadamosto gebraucht werden (Examen crit. T. I. p. 118, T. V. p. 182–184). Noch mehr als 20 Jahre nach dem Tode von Vespucci, der 1512 erfolgte, ja bis zu den Verläumdungen von Schoner im Opusculum geographicum 1533 und von Servet in der Lyoner Ausgabe der Geographie des Ptolemäus von 1535 findet man keine Klage gegen den florentiner Seefahrer. Christoph Columbus nennt ihn ein Jahr vor seinem Tode einen Mann „von dem unbescholtensten Charakter (mucho hombre de bien), alles Vertrauens würdig, immer geneigt, ihm nützlich zu sein," (Carta á mi muy caro hijo D. Diego in Navarrete T. I. p. 351). Eben so wohlwollend für Vespucci sind Fernando Colon, welcher das Leben seines Vaters erst gegen 1535, vier Jahre vor seinem Tode, in Sevilla abfaßte und mit Juan Vespucci, dem Neffen des Amerigo, 1524 der astronomischen Junta zu Badajoz und den Verhandlungen über den Besitz der Molukken beiwohnte; Pietro Martyr de Angbiera, der persönliche Freund des Admirals, dessen Briefwechsel bis 1525 reicht; Oviedo, der alles aufsucht, was den Ruf des Columbus vermindern kann; Ramusio und der große Geschichtsschreiber Guicciardini. Wenn Amerigo absichtlich die Zeitepochen seiner Reisen hätte verfälschen wollen, so würde er sie mit einander in Uebereinstimmung gebracht haben, nicht die erste Reise 5 Monate nach dem Antritt der zweiten geendigt haben. Die Zahlenverwirrungen in den vielen Uebersetzungen seiner Reisen sind nicht ihm zuzuschreiben, da er keinen dieser Berichte selbst herausgegeben. Solche Zahlenverwechselungen waren übrigens in den Druckschriften des 16ten Jahrhunderts sehr gewöhnlich. Oviedo hatte als Edelknabe der Königin der Audienz beigewohnt, in welcher Ferdinand und Isabella 1493 den Admiral nach seiner ersten Entdeckungsreise in Barcelona pomphaft empfingen. Er hat dreimal drucken lassen, daß die Audienz im Jahr 1496 stattfand, ja sogar, daß Amerika 1491 entdeckt wurde. Gomara läßt dasselbe, nicht mit Ziffern, sondern mit Worten drucken und setzt die Entdeckung der Tierra firme von Amerika in 1497, also genau in das für den Ruf des Amerigo Vespucci so verhängnißvolle Jahr (Examen crit. T. V. p. 196—202). Für das ganz schuldlose Verfahren des Florentiners, der nie dem Neuen Continente seinen Namen beizulegen versucht hat, aber durch seine Ruhmredigkeit in den Berichten an den Gonfaloniere Piero Soderini, an Pierfrancesco de Medici und an Herzog Renatus II. von Lothringen das Unglück gehabt hat, die Aufmerksamkeit der Nachwelt mehr auf sich zu ziehen, als er es verdiente, spricht am meisten der Proceß, welchen der Fiscal in den Jahren 1508 bis 1527 gegen die Erben von Christoph Columbus führte, um ihnen die Privilegien und Rechte zu entziehen, die dem Admiral bereits 1492 von der Krone verliehen waren. Amerigo trat in Staatsdienst als Piloto mayor in demselben Jahr als der Proceß begann. Er lebte noch vier Jahre lang in Sevilla während der Führung des Processes, in welchem entschieden werden sollte, welche Theile des neuen Continents von Columbus zuerst berührt worden wären. Die elendesten Gerüchte fanden Gehör und dienten dem Fiscal zur Anklage. Man suchte Zeugen in Santo Domingo und allen spanischen Häfen, in Moguer, Palos und Sevilla, gleichsam unter den Augen von Amerigo Vespucci und seines Neffen Juan. Der Mundus Novus, gedruckt bei Johann Otmar zu Augsburg 1504, die Raccolta di Vicenza (Mondo Novo e paesi novamente retrovati da Alberico Vespuzio Fiorentino) von Alessandro Zorzi 1507, gewöhnlich dem Fracanzio di Montalboddo zugeschrieben, die Quatuor Navigationes von Martin Waldseemüller (Hylacomylus) waren schon erschienen; seit 1520 gab es Weltkarten, auf denen der Name America, welchen Hylacomylus 1507 vorgeschlagen und Joachim Vadianus 1512 in einem Briefe aus Wien an Rudolph Agricola belobt hatte, eingeschrieben war: und doch wurde der Mann, welchem in Deutschland, in Frankreich und Italien weit verbreitete Schriften eine Reise nach der Tierra firme von Paria im Jahre 1497 zuschrieben, von dem Fiscal in dem bereits 1508 begonnenen und 19 Jahre lang fortgeführten Processe weder persönlich citirt, noch als Vorgänger und Widersacher des Columbus genannt? Warum würde nicht nach dem Tode des Amerigo Vespucci (22. Febr. 1512 in Sevilla) sein Neffe Juan Vespucci, wie es mit Martin Alonso und Vicente Yañez Pinzon, mit Juan de la Cosa und Alonso de Hojeda geschah, berufen worden sein, um zu bezeugen, daß die Küste von Paria, die nicht als „festes Land von Asien," sondern wegen der nahen und einträglichen Perlenfischerei einen so großen Werth hatte, bereits vor Columbus, d. h. vor dem 1. August 1498, von Amerigo berührt worden sei? Diese Nichtbenutzung des wichtigsten Zeugnisses bleibt unerklärbar, wenn Amerigo Vespucci sich je gerühmt hätte, eine Entdeckungsreise 1497 gemacht zu haben, wenn man damals auf die verworrenen Zeitangaben und Druckfehler der Quatuor Navigationes irgend einen ernsten Werth gelegt hätte. Das große noch ungedruckte Werk eines Freundes des Columbus, Fray Bartholomé de las Casas (die Historia general de las Indias), ist, wie wir sehr bestimmt wissen, in den einzelnen Theilen zu sehr verschiedenen Epochen geschrieben. Es wurde erst 15 Jahre nach dem Tode des Amerigo, 1527, begonnen und 1559 vollendet, sieben Jahre vor dem im 92sten Lebensjahr erfolgten Tode des greisen Verfassers. Lob und bitterer Tadel sind darin wunderbar gemischt. Man sieht den Haß und den Verdacht des Betruges zunehmen, je mehr der Ruf des florentinischen Seefahrers sich verbreitet. In der Vorrede (Prologo), die zuerst geschrieben worden ist, heißt es: „Amerigo erzählt, was er in zwei Reisen nach unseren Indien unternommen; doch scheint er manche Umstände verschwiegen zu haben, sei es gefliſſentlich (á saviendas) oder weil er sie nicht beachtete. Deshalb haben ihm Einige zugeschrieben, was Anderen gehört, denen es nicht [illegible] werden sollte." Eben so gemäßigt ist noch das [illegible] lib. I cap. 140: „Hier muß ich des Unrechts

Die Zeiten der Conquista, das Ende des funfzehnten und den Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, bezeichnet ein wundersames Zusammentreffen großer Ereignisse in dem politischen und sittlichen Leben der Völker von Europa. In demselben Monat, in welchen Hernan Cortez nach der Schlacht von Otumba gegen Mexico anzog, um es zu belagern, verbrannte Martin Luther die päpstliche Bulle zu Wittenberg und begründete die Reform, welche dem Geiste Freiheit und Fortschritte auf fast unversuchten Bahnen verhieß*). Früher noch traten, wie aus ihren Gräbern, die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst hervor: der Laocoon, der Torso, der Apoll von Belvedere und die mediceische Venus. Es blüheten in Italien Michelangelo, Leonardo da Vinci, Titian und Raphael; in unserem deutschen Vaterlande Holbein und Albrecht Dürer. Die Weltordnung war von Copernicus aufgefunden, wenn auch nicht öffentlich verkündigt, in dem Todesjahr von Christoph Columbus, vierzehn Jahre nach der Entdeckung des Neuen Continents.

Die Wichtigkeit dieser Entdeckung und der ersten Ansiedelung der Europäer berührt auch andere Sphären als die, welcher diese Blätter vorzugsweise gewidmet sind; sie gehört jenen intellectuellen und moralischen Wirkungen an, welche die plötzliche Vergrößerung der Gesammtmasse der Ideen auf die Verbesserung des gesellschaftlichen Zustandes ausgeübt hat. Wir erinnern daran, wie seit jenem großen Zeitpunkte ein neues, regsameres Leben des Geistes und der Gefühle, wie muthige Wünsche und schwer enttäuschte Hoffnungen allmälig sämmtliche Classen der bürgerlichen Gesellschaft durchdrungen haben; wie die geringe Bevölkerung einer Hälfte der Erdkugel, besonders an den Europa gegenüberliegenden Küsten, die Niederlassung von Colonien begünstigen konnte, welche ihre Ausdehnung und ihre Lage zu unabhängigen, in der Wahl ihrer freien Regierungsform unbeschränkten Staaten umwandelte: wie endlich die religiöse Reform, ein Vorspiel großer politischer Umwälzungen, die verschiedenen Phasen ihrer Entwickelung unter einem Himmelsstrich durchlaufen mußte, welcher der Zufluchtsort aller Glaubensmeinungen und der verschiedenartigsten Ansichten von göttlichen Dingen geworden war. Die Kühnheit des genuesischen Seefahrers ist das erste Glied in der unermeßlichen Kette dieser verhängnißvollen Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke†), haben dem Festland von Amerika den Namen des Co-

---

(Vergl. auch Pedro de Cieça de Leon, Chronica del Peru, Sevilla 1553, cap. 110 p. 264.) Diese Anwendung scheint wohl nur eine seltene Ausnahme, eine Localsitte gewesen zu sein. Denn im Allgemeinen war der amerikanische Menschenstamm durch Mangel von Hausthieren charakterisirt, was auf das Familienleben tief einwirkte.

*) Ueber die Hoffnung, welche Luther bei der Ausführung seines großen freisinnigen Werkes zuerst vorzugsweise auf die jüngere Generation, auf die Jugend Deutschlands setzte, s. die merkwürdigen Aeußerungen in einem Briefe vom Monat Junius 1518 (Neander de Vicelio p. 7).

†) Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, wie die Kenntniß der Epoche, in welcher Vespucci zum königlichen Ober-Piloten ernannt wurde, allein schon die, zuerst von dem Astronomen Schoner in Nürnberg 1533 ersonnene Anklage widerlegt, daß Vespucci die Worte Terra di Amerigo listig in die von ihm umgeänderten Küstenkarten eingeschrieben habe. Die hohe Achtung, welche der spanische Hof den hydrographischen und astronomischen Kenntnissen des Amerigo Vespucci schenkte, leuchtet deutlich hervor aus den Vorschriften (Real titulo con extensas facultades), die ihm gegeben wurden, als man ihn am 22. März 1508 zum Piloto mayor ernannte (Navarrete T. III. p. 297–302). Er wird an die Spitze eines wahren Deposito hydrografico gestellt und soll für die Casa de Contratacion in Sevilla, den Centralpunkt aller oceanischen Unternehmungen, eine allgemeine Küstenbeschreibung und ein Positions-Verzeichniß (Padron general) anfertigen, in dem jährlich *alles neu entdeckte* nachzutragen wäre. Aber schon 1507 ist der Name Americi terra von einem Manne, dessen Existenz dem Vespucci gewiß unbekannt geblieben war, von dem Geographen Waldseemüller (Martinus Hylacomylus) aus Freiburg im Breisgau, dem Vorsteher einer Druckerei zu St. Dié in Lothringen, in einer kleinen Weltbeschreibung, Cosmographiae Introductio, insuper quatuor Americi Vespucii Navigationes (impr. in oppido S. Deodati 1507), für den Neuen Continent vorgeschlagen worden. Ringmann, Professor der Cosmographie in Basel (bekannter unter dem Namen Philesius), Hylacomylus und der Prior Gregorius Reisch, Herausgeber der Margarita philosophica, waren genaue Freunde. In der letzten Schrift findet sich eine Abhandlung des Hylacomylus über Architectur und Perspective von 1509 (Examen crit. T. IV. p. 112). Laurentius Phrisius in Metz, ein Freund des Hylacomylus und wie dieser von dem mit Vespucci in Briefwechsel stehenden Herzog Renatus von Lothringen beschützt, nennt den Hylacomylus einen Verfasser in der Strasburger Ausgabe des Ptolemäus von 1522. Die in dieser Ausgabe enthaltene von Hylacomylus gezeichnete Carte des Neuen Continents bietet zum ersten Male in den Ausgaben der Geographie des Ptolemäus den Namen America dar. Nach neuen Untersuchungen war indeß schon zwei Jahre früher eine Weltkarte von Petrus Apianus erschienen, welche einmal des Camers Ausgabe des Solinus, ein zweites Mal der Vadianischen Ausgabe des Mela beigefügt ist und, wie neuere chinesische Carten, den Isthmus von Panama durchbrochen darstellt (Examen crit. T. IV. p. 99–124, T. V. p. 168–176). Sehr mit Unrecht hat man ehemals die jetzt in Weimar befindliche Carte auf

die Besitznahme eines beträchtlichen Theils der Himmelsräume durch das Fernrohr. Die Anwendung eines neugeschaffenen Organes, eines Werkzeuges von raumdurchdringender Kraft ruft eine neue Welt von Ideen hervor. Es beginnt ein glänzendes Zeitalter der Astronomie und Mathematik; für die letztere beginnt die lange Reihe tiefsinniger Forscher, die zu dem „alles umgestaltenden" Leonhard Euler führt, dessen Geburtsjahr (1707) dem Todesjahre von Jacob Bernoulli so nahe liegt.

Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwickelung mathematischer Gedanken, durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere Begebenheiten angeregt, im Laufe des siebzehnten Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falles der Körper und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichts, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathematische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimal-Rechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts; und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden hundert und fünfzig Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die electro-magnetischen in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Saiten und Flächen, die Capillar-Anziehung enger Röhren, und so viele andere Naturerscheinungen darbieten.

Die Arbeit in der Gedankenwelt geht nun ununterbrochen und sich gegenseitig unterstützend fort. Keiner der früheren Keime wird erstickt. Es nehmen gleichzeitig zu die Fülle des zu verarbeitenden Materials, die Strenge der Methoden und die Vervollkommnung der Werkzeuge. Wir beschränken uns hier hauptsächlich auf das einige siebzehnte Jahrhundert: das Zeitalter von Kepler, Galilei und Bacon, von Tycho, Descartes und Huygens, von Fermat, Newton und Leibnitz. Die Leistungen dieser Männer sind so allgemein bekannt, daß es nur leiser Andeutungen bedarf, um das herauszuheben, wodurch sie in Erweiterung kosmischer Ansichten glänzen.

Wir haben schon früher*) gezeigt, wie dem Auge, dem Organ sinnlicher Weltanschauung, durch die Erfindung des teleskopischen Sehens eine Macht verliehen wurde, deren Grenze noch lange nicht erreicht ist, die aber schon in ihrem ersten schwachen Anfange, bei einer kaum 32maligen Linear-Vergrößerung†) der Fernröhre in die bis dahin uneröffneten Tiefen des Weltraums drang. Die genaue Kenntniß vieler Himmelskörper, welche zu unserem Sonnensystem gehören, die ewigen Gesetze, nach denen sie in ihren Bahnen kreisen, die vervollkommnete Einsicht in den wahren Weltbau sind das Charakteristische der Epoche, die wir hier zu schildern versuchen. Was diese Epoche hervorgebracht, bestimmt gleichsam die Hauptumrisse von dem großen *Naturbilde des Kosmos*; es fügt den neu erkannten Inhalt der *Himmelsräume*, wenigstens in einer Planetengruppe sinnig geordnet, dem früher durchforschten Inhalt der *tellurischen* Räume hinzu. Nach allgemeinen Ansichten strebend, begnügen wir uns, hier nur die wichtigsten Objecte der astronomischen Arbeiten des 17ten Jahrhunderts zu nennen. Wir weisen zugleich auf den Einfluß hin, welchen diese auf eine kräftige Anregung zu großen und unerwarteten mathematischen Entdeckungen wie zu der mehr umfassenden, erhabeneren Anschauung des *Weltganzen* ausgeübt haben.

Es ist bereits früher erwähnt worden, wie das Zeitalter von Columbus, Gama und Magellan, das der nautischen Unternehmungen, verhängnißvoll mit großen Ereignissen, mit dem Erwachen religiöser Denkfreiheit, mit der Entwickelung eines edleren Kunstsinnes

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 34.

†) „Die Fernröhre, welche Galilei selbst construirte, und andere, deren er sich bediente, um die Jupitersmonde, die Phasen der Venus und die Sonnenflecken zu beobachten, hatten stufenweise 4-, 7- und 32malige Linear-Vergrößerung, nie eine größere." Arago im Annuaire [illegible] des Long. pour l'an 1842 p. 268

und der Verbreitung des copernicanischen Weltsystems zusammentraf. Nicolaus Copernicus (in zwei noch vorhandenen Briefen nennt er sich Koppernik) hatte bereits sein 21stes Lebensjahr erreicht und beobachtete mit dem Astronomen Albert Brudzewski zu Krakau, als Columbus Amerika entdeckte. Kaum ein Jahr nach dem Tode des Entdeckers, nach einem sechsjährigen Aufenthalte in Padua, Bologna und Rom, finden wir ihn, wieder in Krakau, mit gänzlicher Umwandlung der astronomischen Weltansicht beschäftigt. Durch die Gunst seines Oheims, des Bischofs von Ermland Lucas Weißelrode von Allen*), 1510 zum Domherrn in Frauenburg ernannt, arbeitete er dort noch drei und dreißig Jahre lang an der Vollendung seines Werkes de Revolutionibus orbium coelestium. Das erst gedruckte Exemplar wurde ihm gebracht, als, an Körper und Geist gelähmt, er sich schon zum Tode bereitete. Er sah es, berührte es auch, aber sein Sinn war nicht mehr auf das Zeitliche gerichtet; er starb nicht, wie Gassendi in dem Leben des Copernicus erzählt, wenige Stunden†), sondern mehrere Tage nachher, am 24. Mai 1543. Zwei Jahre früher war aber schon ein wichtiger Theil seiner Lehre durch den Brief eines seiner eifrigsten Schüler und Anhänger, Joachim Rhäticus, an Johann Schoner, Professor zu Nürnberg, durch den Druck bekannt geworden. Doch ist es nicht die Verbreitung des copernicanischen Systems, die erneuerte Lehre von einer Centralsonne (von der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde) gewesen, welche etwas mehr als ein halbes Jahrhundert nach seinem ersten Erscheinen zu den glänzenden Entdeckungen in den Himmelsräumen geführt hat, die den Anfang des 17ten Jahrhunderts bezeichnen. Diese Entdeckungen sind die Folge einer zufällig gemachten Erfindung, des Fernrohrs, gewesen. Sie haben die Lehre des Copernicus vervollkommnet und erweitert. Durch die Resultate der physischen Astronomie (durch das aufgefundene Satelliten-System des Jupiter und die Phasen der Venus) bekräftigt und erweitert, haben die Grundansichten des Copernicus der theoretischen Astronomie Wege vorgezeichnet, die zu sicherem Ziele führen mußten, ja zur Lösung von

*) Westphal in der, dem großen Königsberger Astronomen Bessel gewidmeten Biographie des Copernicus 1822 S. 33 nennt, wie Gassendi, den Bischof von Ermland Lucas Watzelrodt von Allen. Nach Erläuterungen, die ich ganz neuerlich dem gelehrten Geschichtsschreiber von Preußen, dem geh. Archiv-Director Voigt verdanke, „wird die Familie der Mutter des Copernicus in Urkunden: Weiselrodt, Weißelrot, Weisebrodt, am gewöhnlichsten Waißelrode genannt. Die Mutter war unbezweifelt deutschen Stammes, und das Geschlecht der Waißelrode, ursprünglich von dem Geschlechte derer von Allen, das seit dem Anfange des 15ten Jahrhunderts in Thorn blühte, verschieden, hat, wahrscheinlich durch Adoption oder wegen naher Verwandtschaftsverhältnisse, den Namenszusatz von Allen angenommen." Sniadecke und Czynski (Kopernik et ses travaux 1847 p. 26) nennen die Mutter des großen Copernicus Barbara Wasselrode, welche der Vater, dessen Familie sie aus Böhmen herleiten, 1464 zu Thorn geheirathet habe. Den Namen des Astronomen, welchen Gassendi als Torunensis Borussus bezeichnet, schreiben Westphal und Czynski Kopernik, Krzoz'anowski Kopirnig. In einem Briefe des ermländischen Bischofs Martin Cromer aus Heilsberg vom 21. Nov. 1580 heißt es: „Gum Jo. (Nicolaus) Copernicus vivens ornamento fuerit atque etiam nunc post fata sit, non solum huic Ecclesiae, verum etiam toti *Prussiae patriae suae*, iniquum esse puto, eum post obitum carere honore sepulchri sive monumenti."

†) So Gassendi in Nicolai Copernici vita, angehängt seiner Lebensbeschreibung des Tycho (Tychonis Brahei vita) 1655, Hagae-Comitum, p. 320: eodem die et horis non multis prinsquam animam efflaret. Nur Schubert in seiner Astronomie Th. I. S. 115 und Robert Small in dem sehr lehrreichen Account of the astron. discoveries of Kepler 1804 p. 92 behaupten, daß Copernicus „wenige Tage nach dem Erscheinen seines Werkes" verschieden sei. Dies ist auch die Meinung des Archiv-Directors Voigt zu Königsberg: weil in einem Briefe, den der ermländische Domherr Georg Donner kurz nach dem Tode des Copernicus an den Herzog von Preußen schrieb, gesagt wird, „der achtbare und würdige Doctor Nicolaus Koppernik habe sein Werk kurz vor den Tagen seines letzten Abschiedes von diesem Elend, gleichsam als einen süßen Schwanengesang ausgeben lassen." Nach der gewöhnlichen Annahme (Westphal, Nikolaus Kopernikus 1822 S. 78 und 82) war das Werk 1507 begonnen und 1530 schon so weit vollendet, daß späterhin nur wenige Verbesserungen angebracht wurden. Durch einen Brief des Cardinals Schonberg, aus Rom vom November 1536, wird die Herausgabe beeilt. Der Cardinal will durch Theodor von Reden das Manuscript abschreiben und sich schicken lassen. Daß die ganze Bearbeitung des Buches sich bis in das quartum novennium verzögert habe, sagt Copernicus selbst in der Zueignung an Papst Paul III. Wenn man nun bedenkt, wie viel Zeit zum Druck einer 400 Seiten langen Schrift erforderlich war und daß der große Mann schon im Mai 1543 starb, so ist zu vermuthen, daß die Zueignung nicht im zuletzt genannten Jahre geschrieben ist: woraus dann für den Anfang der Bearbeitung sich uns (36 Jahre zurückgerechnet) nicht ein späteres, sondern ein früheres Jahr als 1507 ergiebt. — Daß die zu Frauenburg dem Copernicus zugeschriebene Wasserleitung nach seinen Entwürfen ausgeführt worden sei, bezweifelt Herr Voigt. Er findet, daß erst 1571 zwischen dem Domcapitel und dem „kunstreichen Meister Valentin Zendel, Rohrmeister in Breslau," ein Contract geschlossen wurde, um das Wasser in Frauenburg aus dem Mühlgraben in die Wohnungen der Domherren zu leiten. Von einer früher verfertigten Wasserleitung ist keine Rede. Die jetzige ist also erst 28 Jahre nach dem Tode des Copernicus entstanden.

Problemen anregten, welche die Vervollkommnung des analytischen Calcüls nothwendig machten. So wie Georg Peurbach und Regiomontanus (Johann Müller aus Königsberg in Franken) wohlthätig einwirken auf Copernicus und seine Schüler Rhäticus, Reinhold und Möstlin, so wirken diese, wenn gleich der Zeit nach getrennter, auf die Arbeiten von Kepler, Galilei und Newton. Dies ist die ideelle Verkettung zwischen dem sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert; und man kann die erweiterte astronomische Weltansicht in diesem nicht schildern, ohne die Anregungen zu berühren, welche aus jenem überströmen.

Es ist eine irrige und leider! noch in neuerer Zeit*) sehr verbreitete Meinung, daß Copernicus aus Furchtsamkeit und in der Besorgniß priesterlicher Verfolgung die planetarische Bewegung der Erde und die Stellung der Sonne im Centrum des ganzen Planetensystems als eine bloße Hypothese vorgetragen habe, welche den astronomischen Zweck erfülle, die Bahn der Himmelskörper bequem der Rechnung zu unterwerfen, „aber weder wahr, noch auch nur wahrscheinlich zu sein brauche." Allerdings liest man diese seltsamen Worte†) in dem anonymen Vorbericht, mit dem des Copernicus Werk anhebt und der de Hypothesibus hujus operis überschrieben ist; sie enthalten aber Äußerungen, welche, dem Copernicus ganz fremd, in geradem Widerspruch mit seiner Zueignung an den Pabst Paul III. stehen. Der Verfasser des Vorberichts ist, wie Gassendi in seinem Leben des großen Mannes auf das bestimmteste sagt, ein damals in Nürnberg lebender Mathematiker, Andreas Osiander, der mit Schoner den Druck des Buches de Revolutionibus besorgte und, ob er gleich keines biblischen Scrupels ausdrücklich Erwähnung thut, es doch für rathsam hielt, die neuen Ansichten eine Hypothese und nicht, wie Copernicus, eine erwiesene Wahrheit zu nennen.

Der Gründer unseres jetzigen Weltsystems (die wichtigsten Theile desselben, die großartigsten Züge des Weltgemäldes gehören allerdings ihm) war durch seinen Muth und die Zuversicht, mit welcher er auftrat, fast noch ausgezeichneter als durch sein Wissen. Er verdiente in hohem Grade das schöne Lob, das ihm Kepler giebt, wenn er ihn in der Einleitung zu den Rudolphinischen Tafeln „den Mann freien Geistes" nennt; „vir fuit maximo ingenio et, quod in hoc exercitio (in der Bekämpfung der Vortheile) magni momenti est, animo liber." Da, wo Copernicus in der Zueignung an den Pabst die

*) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 140.

†) Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant: sagt der Vorbericht des Osiander. — „Der Bischof von Culm, Tidemann Gise, aus Danzig gebürtig, welcher Jahre lang den Copernicus wegen der Herausgabe seines Werkes bedrängte, erhielt endlich das Manuscript mit dem Auftrage, es ganz nach seiner freien Wahl zum Druck zu befördern. Er schickte dasselbe zuerst an den Rhäticus, Professor in Wittenberg, der kurz vorher lange bei seinem Lehrer in Frauenburg gelebt hatte. Rhäticus hielt Nürnberg geeigneter für die Herausgabe und trug die Besorgung des Druckes dem dortigen Professor Schoner und dem Andreas Osiander auf." (Gassendi, Vita Copernici p. 319.) Die Lehrsätze, welche am Ende des Vorberichts dem Werke des Copernicus ertheilt werden, hätten auch schon, ohne das ausdrückliche Zeugniß des Gassendi, darauf führen müssen, daß der Vorbericht von fremder Hand sei. Auch auf dem Titel der ersten Ausgabe, der von Nürnberg aus 1543, hat Osiander den in allem, was Copernicus selbst schrieben, sorgfältig vermiedenen Ausdruck: motus stellarum novis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornati neben dem überaus unpassenden Zusatze: „igitur, studiose lector, eme, lege, fruere" angebracht. In der zweiten, Baseler Ausgabe von 1566, die ich sehr sorgfältig mit der ersten, Nürnberger verglichen, ist auf dem Titel des Buche nicht mehr der „erwunderswürdigen Hypothesen" gedacht; aber Osiander's Praefatiuncula de hypothesibus hujus operis, wie Gassendi den eingeschobenen Vorbericht nennt, ist beibehalten. Daß übrigens Osiander, ohne sich zu nennen, selbst hat darauf hinweisen wollen, die Praefatiuncula sei von fremder Hand, erhellt auch daraus, daß er die Dedication an Paul III. als Praefatio authoris bezeichnet. Die erste Ausgabe hat nur 196 Blätter, die zweite 213 wegen der angefügten Narratio prima des Astronomen Georg Joachim Rhäticus, eines erzählenden an Schoner gerichteten Briefes, der, wie ich im Texte bemerkt, bereits 1541 durch den Mathematiker Gasparus in Basel zum Druck befördert, der gelehrten Welt die erste genauere Kenntniß des copernicanischen Systemes gab. Rhäticus hatte 1539 seine Professur in Wittenberg niedergelegt, um zu Frauenburg selbst des Copernicus Unterricht zu genießen. Vergl. über diese Verhältnisse Gassendi p. 310–319.) Die Erläuterung von dem was sich Osiander aus Furchtsamkeit hinzuzusetzen bewogen fand, giebt Gassendi: „Andreas porro Osiander fuit, qui non modo operarum inspector (der Besorger des Druckes) fuit, sed Praefatiunculam quoque ad lectorem (tacito licet nomine) de Hypothesibus operis adhibuit. Ejus in ea consilium fuit, ut, tametsi Copernicus Motum Terrae habuisset, non solum pro Hypothesi, sed pro vero etiam placito; ipse tamen ad rem, ob illos, qui haec offenderentur, leniendam, excusatum eum faceret, quasi talem Motum non pro dogmate, sed pro Hypothesi mera assumpsisset."

Entſtehung ſeines Werkes ſchildert, ſteht er nicht an, die auch unter den Theologen allgemein verbreitete Meinung von der Unbeweglichkeit und der Centralſtellung der Erde ein „abſurdes acroama" zu nennen und die Stupidität derer anzugreifen, welche einem ſo irrigen Glauben anhingen. „Wenn etwa leere Schwätzer (*ματαιολόγοι*), alles mathematiſchen Wiſſens unkundig, ſich doch ein Urtheil über ſein Werk anmaßen wollten durch abſichtliche Verdrehung irgend einer Stelle der heiligen Schrift (propter aliquem locum scripturae male ad suum propositum detortum), ſo werde er einen ſolchen verwegenen Angriff verachten! Es ſei ja weltbekannt, daß der berühmte Lactantius, den man freilich nicht zu den Mathematikern zählen könne, recht kindiſch (pueriliter) von der Geſtalt der Erde geſprochen und diejenigen verhöhnt habe, welche ſie für kugelförmig halten. Ueber mathematiſche Gegenſtände dürfe man nur für Mathematiker ſchreiben. Um zu beweiſen, daß er, von der Richtigkeit ſeiner Reſultate tief durchdrungen, kein Urtheil zu ſcheuen habe, wende er ſich aus einem fernen Erdwinkel an das Oberhaupt der Kirche, auf daß es ihn vor dem Biß der Verläumder ſchütze, da die Kirche ſelbſt von ſeinen Unterſuchungen über die Jahreslänge und Mondbewegungen Vortheil ziehen werde." Aſtrologie und Calender-Verbeſſerung verſchafften der Sternkunde lange allein Schutz bei der weltlichen und geiſtlichen Macht, wie Chemie und Botanik zuerſt nur der Arzneimittellehre dienten.

Die kräftige, aus der innerſten Ueberzeugung hervorbrechende, freie Sprache des Copernicus widerlegt hinlänglich die alte Behauptung, er habe das Syſtem, das ſeinen unſterblichen Namen führt, als eine dem rechnenden Aſtronomen bequeme Hypotheſe, als eine ſolche, die wohl auch unbegründet ſein könne, vorgetragen. „Durch keine andere Anordnung," ſagt er begeiſtert, „habe ich eine ſo bewundernswürdige Symmetrie des Univerſums, eine ſo harmoniſche Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte (lucernam mundi), die Sonne, die ganze Familie kreiſender Geſtirne lenkend (circumagentem gubernans astrorum familiam) wie in die Mitte des ſchönen Naturtempels auf einen königlichen Thron geſetzt*)." Auch die Idee von der allgemeinen Schwere oder Anziehung (appetentia quaedam naturalis partibus indita) gegen den Welt-Mittelpunkt (centrum mundi), die Sonne, aus der Schwerkraft in kugelförmigen Körpern geſchloſſen, ſcheint dem großen Manne vorgeſchwebt zu haben, wie eine denkwürdige Stelle†) des 9ten Capitels im erſten Buche der Revolutionen beweiſt.

---

*) Quis enim in hoc pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alii mentem, alii rectorem vocant. Trimegistus visibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astrorum familiam: Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed, ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognationem habet. Concipit interea a Sole terra, et impregnatur annuo partu. Invenimus igitur sub hac ordinatione admirandam mundi symmetriam ac certum harmoniae nexum motus et magnitudinis orbium: qualis alio modo reperiri non potest. (Nicol. Copern. de Revol. orbium coelestium lib. I. cap. 10 p. 9, b.) In dieſer Stelle, welche nicht ohne dichteriſche Anmuth und Erhabenheit des Ausdrucks iſt, erkennt man, wie bei allen Aſtronomen des 17ten Jahrhunderts, Spuren eines langen und ſchönen Verkehrs mit dem claſſiſchen Alterthume. Copernicus hatte im Andenken: Cic. Somn. Scip. c. 4, Plin. II, 4 und Merc. Trismeg. lib. V. (ed. Cracov. 1586) pag. 195 und 201. Die Anſpielung auf die Electra des Sophokles iſt dunkel, da die Sonne nie ausdrücklich darin allſehend genannt wird, wie ſonſt in der Ilias und der Odyſſee, auch in den Choephoren des Aeſchylus (v. 980), die Copernicus wohl nicht Electra würde genannt haben. Nach Böckhs Vermuthung iſt die Anſpielung wohl einem Gedächtnißfehler zuzuſchreiben und Folge einer dunklen Erinnerung an Vers 869 des Oedipus in Kolonos des Sophokles. Sonderbarerweiſe iſt ganz neuerlich in einer ſonſt lehrreichen Schrift (Kzynski, Kopernik et ses travaux 1847 p. 102) die Electra des Tragikers mit electriſchen Strömungen verwechſelt worden. Man lieſt als Ueberſetzung der oben angeführten Stelle des Copernikus: „Si on prend le soleil pour le flambeau de l'Univers, pour son ame, pour son guide, si Trimegiste le nomme un Dieu, si *Sophocle le croit une puissance électrique* qui anime et contemple *l'ensemble de la création* . . . . . "

†) „Pluribus ergo existentibus centris, de centro quoque mundi non temere quis dubitabit, an videlicet fuerit istud gravitatis terrenae, an aliud. Eadem existimo, *gravitatem* non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam esse conferant in formam globi coëuntes. Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium caelestibus inesse, ut ejus efficacia in ea qua se exprimentant rotunditate permaneant, quae nihilominus multis modis suos efficiunt circuitus. Si igitur si terra faciat alios, utpote secundum centrum (mundi), necesse erit eos esse, qui similiter exsistentes in motis apparent, in quibus invenimus annuum circu-

Wenn wir die verſchiedenen Entwickelungsſtufen kosmiſcher Anſchauungen durchlaufen, ſo ſehen wir in den früheſten Zeiten Ahndungen von Maſſen-Anziehung und Centrifugalkräften. Jacobi in ſeinen leider noch handſchriftlichen Unterſuchungen über das mathematiſche Wiſſen der Griechen verweilt mit Recht bei der „tiefen Naturbetrachtung des Anaxagoras, von dem wir nicht ohne Staunen vernehmen, daß der Mond*), wenn ſeine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder.“ Von ähnlichen Aeußerungen des Klazomeniers und des Diogenes von Apollonia über „Nachlaſſung im Umſchwunge“ habe ich bei Gelegenheit der Aerolithenfälle ſchon früher gehandelt†). Von der Ziehkraft, welche das Centrum der Erde ausübt gegen alle ſchwere Maſſen, die man von demſelben trennt, hatte allerdings Plato einen klareren Begriff als Ariſtoteles: der zwar, wie Hipparch, die Beſchleunigung der Körper im Fall kannte, ohne jedoch ihren Grund richtig aufzufaſſen. Im Plato und bei Democritus wird die Anziehung auf die Affinität, das Streben gleichartiger elementarer Stoffe beſchränkt‡). Nur der Alexandriner Johannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeae, wahrſcheinlich erſt aus dem 6ten Jahrhundert, ſchreibt die Bewegung der Weltkörper einem primitiven Stoße zu, und verbindet mit dieſer Idee die des Falles, des Strebens aller ſchweren und leichten Stoffe gegen die Erde‖). Was Copernicus ahndete, Kepler aber in ſeinem herrlichen Werke de Stella Martis deutlicher ausſprach, dort ſelbſt¶) auf die Ebbe und Fluth des Oceans anwandte, findet man neu belebt und reich befruchtet (1666 und 1674) durch den Scharfſinn des geiſtreichen Robert Hooke. Nach ſolchen Vorbereitungen bot Newton's Lehre von der Gravitation das großartige Mittel dar, die ganze phyſiſche Aſtronomie in eine Mechanik des Himmels zu verwandeln**).

Copernicus kannte, wie man nicht bloß aus der Zueignung an den Pabſt, ſondern in mehreren Stellen des Werkes ſelbſt ſieht, ziemlich vollſtändig die Vorſtellungen der Alten vom Welthau. Er nennt indeß aus der vorhipparchiſchen Zeit nur Hicetas aus Syracus, den er immer als Nicetas aufführt, Philolaus den Pythagoreer, den Timäus des Plato, Ecphantus, Heraclides den Pontiker und den großen Geometer Apollonius von Perga. Von den beiden ſeinem Syſteme am nächſten ſtehenden Mathematikern, dem Ariſtarch von Samos und Seleucus dem Babylonier††), erwähnt er den erſteren ohne alle Bezeichnung und den zweiten gar nicht. Man hat oft behauptet, er habe die Meinung

---

ium. — Ipse denique Sol medium mundi putabitur possidere, quae omnia ratio ordinis, quo illa sibi invicem succedunt, et mundi totius harmonia nos docet, si modo rem ipsam ambobus (ut ajunt) oculis inspiciamus. (Cuspern. de Revol. orb. coel. lib. I cap. 10 p. 7, b.

*) Plut. de facie in orbe Lunae pag. 923 C. (Vergl. Ideler, Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum 1832 p. 6.) In der Stelle des Plutarch wird Anaxagoras nicht genannt; daß dieſer aber jene Theorie „vom Fall beim Nachlaſſen des Umſchwunges“ auf alle (ſteinerne) Himmelskörper anwendet, lehren Diog. Laert. II, 12 und die vielen Stellen, welche ich oben (Kosmos Bd. I. S. 57 Anm. *), 59 Anm. ‡), 66 Anm. †) geſammelt. Vergl. Ariſt. de Coelo II. 1 pag. 284, a 24 Bekker, und eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491, b in den Scholien zu der Ausgabe der Berliner Akademie, wo des „Niederabfallens der himmliſchen Körper“ gedacht wird, „wenn der Umſchwung die Oberhand habe über ihre eigene Fallkraft oder den Zug nach unten.“ An dieſe Idee, welche übrigens theilweiſe dem Empedocles und Democritus wie dem Anaxagoras angehören, knüpft ſich bei Simplicius (l. c.) angeführte Beiſpiel: „Ebenſo wie in einer Schale nicht ausgegoſſen wird [illegible] wenn man ſie ſchnell herumdreht, ſo bleibt die Bewegung des Waſſers nach oben, [illegible] wenn [illegible] vorhanden iſt.“

†) Kosmos Bd. I. S. 66 u. Anm. †). (Vergl. Letronne des opinions cosmographiques des Pères de l'Eglise in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 621.)

‡) S. die Beweisſtellen zu allem, was ſich im Alterthum auf Anziehung, Schwere und Fall der Körper bezieht, mit großem Fleiß und mit Scharfſinn geſammelt in Th. Henri Martin, Etudes sur le Timée de Platon 1841 T. II. p. 272–280 und 341.

‖) Joh. Philoponus de creatione mundi lib. I. cap. 12.

¶) Er gab ſpäter die richtige Meinung auf (Brewſter, Martyrs of Science 1846 p. 211); aber daß dem Centralkörper des Planeten-Syſtems, der Sonne, eine Kraft inwohne, welche die Bewegungen der Planeten beherrſche, daß dieſe Sonnenkraft entweder wie das Quadrat der Entfernungen, oder in geradem Verhältniß abnehme, äußert ſchon Kepler in der 1618 vollendeten Harmonice Mundi.

**) Kosmos Bd. I. S. 20 und 28.

††) A. a. O. Bd. II. S. 243 und 282. Die zerſtreuten Stellen, welche ſich in dem Werke des Copernicus auf die vor-hipparchiſchen Syſteme des Welthaues beziehen, ſind außer der Zueignung folgende: lib. I cap. 5 und 10, lib. V cap. 1 und 3 (ed. princ. 1543 p. 3, b; 7, b; 8, b; 133, b; 141 und 141, b; 179 und 181, b.) Ueberall zeigt Copernicus eine Vorliebe und ſehr genaue Bekanntſchaft mit den Pythagoreern, oder, um vorſich-

Entſtehung ſeines Werkes ſchildert, ſtebt er nicht an, die auch unter den Theologen allgemein verbreitete Meinung von der Unbeweglichkeit und der Centralſtellung der Erde ein „abſurdes acroama" zu nennen und die Stupidität derer anzugreifen, welche einem ſo irrigen Glauben anhingen. „Wenn etwa leere Schwätzer (*ματαιολόγοι*), alles mathematiſchen Wiſſens unkundig, ſich doch ein Urtheil über ſein Werk anmaßen wollten durch abſichtliche Verdrehung irgend einer Stelle der heiligen Schrift (propter aliquem locum scripturae male ad suum propositum detortum), ſo werde er einen ſolchen verwegenen Angriff verachten! Es ſei ja weltbekannt, daß der berühmte Lactantius, den man freilich nicht zu den Mathematikern zählen könne, recht kindiſch (pueriliter) von der Geſtalt der Erde geſprochen und diejenigen verhöhnt habe, welche ſie für kugelförmig halten. Ueber mathematiſche Gegenſtände dürfe man nur für Mathematiker ſchreiben. Um zu beweiſen, daß er, von der Richtigkeit ſeiner Reſultate tief durchdrungen, kein Urtheil zu ſcheuen habe, wende er ſich aus einem fernen Erdwinkel an das Oberhaupt der Kirche, auf daß es ihn vor dem Biß der Verläumder ſchütze, da die Kirche ſelbſt von ſeinen Unterſuchungen über die Jahreslänge und Mondbewegungen Vortheil ziehen werde." Aſtrologie und Calender-Verbeſſerung verſchafften der Sternkunde lange allein Schutz bei der weltlichen und geiſtlichen Macht, wie Chemie und Botanik zuerſt nur der Arzneimittellehre dienten.

Die kräftige, aus der innerſten Ueberzeugung hervorbrechende, freie Sprache des Copernicus widerlegt hinlänglich die alte Behauptung, er habe das Syſtem, das ſeinen unſterblichen Namen führt, als eine dem rechnenden Aſtronomen bequeme Hypotheſe, als eine ſolche, die wohl auch unbegründet ſein könne, vorgetragen. „Durch keine andere Anordnung," ſagt er begeiſtert, „habe ich eine ſo bewundernswürdige Symmetrie des Univerſums, eine ſo harmoniſche Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte (lucernam mundi), die Sonne, die ganze Familie kreiſender Geſtirne lenkend (circumagentem gubernans astrorum familiam) wie in die Mitte des ſchönen Naturtempels auf einen königlichen Thron geſetzt*)." Auch die Idee von der allgemeinen Schwere oder Anziehung (appetentia quaedam naturalis partibus indita) gegen den Welt-Mittelpunkt (centrum mundi), die Sonne, aus der Schwerkraft in kugelförmigen Körpern geſchloſſen, ſcheint dem großen Manne vorgeſchwebt zu haben, wie eine denkwürdige Stelle†) des 10ten Capitels im erſten Buche der Revolutionen beweiſt.

---

*) Quis enim in hoc pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alii mentem, alii rectorem vocant. Trimegistus visibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astrorum familiam: Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed, ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognationem habet. Concipit interea a Sole terra, et impregnatur annuo partu. Invenimus igitur sub hac ordinatione admirandam mundi symmetriam ac certum harmoniae nexum motus et magnitudinis orbium: qualis alio modo reperiri non potest. (Nicol. Copern. de Revol. orbium coelestium lib. I. cap. 10 p. 9, b.) In dieſer Stelle, welche nicht ohne dichteriſche Anmuth und Erhabenheit des Ausdrucks iſt, erkennt man, wie bei allen Aſtronomen des 17ten Jahrhunderts, Spuren eines langen und ſchönen Verkehrs mit dem claſſiſchen Alterthume. Copernicus hatte im Andenken: Cic. Somn. Scip. c. 4, Plin. II, 4 und Merc. Trismeg. lib. V. (ed. Cracov. 1586) pag. 195 und 201. Die Anſpielung auf die Electra des Sophokles iſt dunkel, da die Sonne nie ausdrücklich darin allſehend genannt wird, wie ſonſt in der Ilias und der Odyſſee, auch in den Choephoren des Aeſchylus (v. 980), die Copernicus wohl nicht Electra würde genannt haben. Nach Böckhs Vermuthung iſt die Anſpielung wohl nur Gedächtnißfehler zuzuſchreiben und Folge einer dunklen Erinnerung an Vers 869 des Oedipus in Kolonos des Sophokles. Sonderbarerweiſe iſt ganz neuerlich in einer ſonſt lehrreichen Schrift (Kaynski, Kopernik et ses travaux 1847 p. 102) die Electra des Tragikers mit electriſchen Strömungen verwechſelt worden. Man lieſt als Ueberſetzung der oben angeführten Stelle des Copernikus: „Si on prend le soleil pour le flambeau de l'Univers, pour son ame, pour son guide, si Trimegiste le nomme un Dieu, si *Sophocle le voit une puissance électrique* qui anime et contemple *l'ensemble de la création* . . . . . "

†) „Pluribus ergo existentibus centris, de centro quoque mundi non temere quis dubitabit, an videlicet fuerit istud gravitatis terrenae, an aliud. Equidem existimo, *gravitatem* non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant in formam globi coëuntes. Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium radicibus inesse, ut ejus efficacia in ea qua se repraesentant rotunditate permaneant, quae nihilominus multis modis suos efficiunt circuitus. Si igitur et terra faciat alios, utpote secundum centrum (mundi), necesse erit eos esse, qui similiter extrinsecus in multis apparent, in quibus invenimus annuum circu-

die Besitznahme eines beträchtlichen Theils der Himmelsräume durch das Fernrohr. Die Anwendung eines neugeschaffenen Organes, eines Werkzeuges von raumdurchdringender Kraft ruft eine neue Welt von Ideen hervor. Es beginnt ein glänzendes Zeitalter der Astronomie und Mathematik; für die letztere beginnt die lange Reihe tiefsinniger Forscher, die zu dem „alles umgestaltenden" Leonhard Euler führt, dessen Geburtsjahr (1707) dem Todesjahre von Jacob Bernoulli so nahe liegt.

Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwickelung mathematischer Gedanken, durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere Begebenheiten angeregt, im Laufe des siebzehnten Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falles der Körper und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichts, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathematische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimal-Rechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts; und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden hundert und fünfzig Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die electro-magnetischen in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Saiten und Flächen, die Capillar-Anziehung enger Röhren, und so viele andere Naturerscheinungen darbieten.

Die Arbeit in der Gedankenwelt geht nun ununterbrochen und sich gegenseitig unterstützend fort. Keiner der früheren Keime wird erstickt. Es nehmen gleichzeitig zu die Fülle des zu verarbeitenden Materials, die Strenge der Methoden und die Vervollkommnung der Werkzeuge. Wir beschränken uns hier hauptsächlich auf das einige siebzehnte Jahrhundert: das Zeitalter von Kepler, Galilei und Bacon, von Tycho, Descartes und Huygens, von Fermat, Newton und Leibnitz. Die Leistungen dieser Männer sind so allgemein bekannt, daß es nur leiser Andeutungen bedarf, um das herauszuheben, wodurch sie in Erweiterung kosmischer Ansichten glänzen.

Wir haben schon früher*) gezeigt, wie dem Auge, dem Organ sinnlicher Weltanschauung, durch die Erfindung des teleskopischen Sehens eine Macht verliehen wurde, deren Grenze noch lange nicht erreicht ist, die aber schon in ihrem ersten schwachen Anfange, bei einer kaum 32maligen Linear-Vergrößerung†) der Fernröhre in die bis dahin uneröffneten Tiefen des Weltraums drang. Die genaue Kenntniß vieler Himmelskörper, welche zu unserem Sonnensystem gehören, die ewigen Gesetze, nach denen sie in ihren Bahnen kreisen, die vervollkommnete Einsicht in den wahren Weltbau sind das Charakteristische der Epoche, die wir hier zu schildern versuchen. Was diese Epoche hervorgebracht, bestimmt gleichsam die Hauptumrisse von dem großen *Naturbilde des Kosmos*; es fügt den neu erkannten Inhalt der *Himmelsräume*, wenigstens in einer Planetengruppe sinnig geordnet, dem früher durchforschten Inhalt der *tellurischen* Räume hinzu. Nach allgemeinen Ansichten strebend, begnügen wir uns, hier nur die wichtigsten Objecte der astronomischen Arbeiten des 17ten Jahrhunderts zu nennen. Wir weisen zugleich auf den Einfluß hin, welchen diese auf eine kräftige Anregung zu großen und unerwarteten mathematischen Entdeckungen wie zu der mehr umfassenden, erhabeneren Anschauung des *Weltganzen* ausgeübt haben.

Es ist bereits früher erwähnt worden, wie das Zeitalter von Columbus, Gama und Magellan, das der nautischen Unternehmungen, verhängnißvoll mit großen Ereignissen, mit dem Erwachen religiöser Denkfreiheit, mit der Entwickelung eines edleren Kunstsinnes

*) Vergl. *Kosmos* Buch I. S. 34.

†) „Die Fernröhre, welche Galilei selbst construirte, und andere, deren er sich bediente, um die Jupitersträbanten, die Phasen der Venus und die Sonnenflecken zu beobachten, hatten stufenweise 4-, 7- und 32malige Linear-Vergrößerung, nie eine größere." Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour l'an 1842 p. 268

des Ariſtarch von Samos von der Centralſonne und der planetariſchen Erde darum nicht gekannt, weil der Arenarius und alle Werke des Archimedes erſt ein Jahr nach ſeinem Tode, ein volles Jahrhundert nach Erfindung der Buchdruckerkunſt, erſchienen ſeien; aber man vergißt, daß Copernicus in der Zueignung an den Pabſt Paul III. eine lange Stelle über Philolaus, Ecphantus und Heraclides vom Pontus aus des Plutarchus Werke über die Meinung der Philoſophen (III, 13) citirt und daß er in demſelben (II, 24) hätte leſen können, wie Ariſtarch von Samos die Sonne den Fixſternen beigezählt habe. Was unter allen Meinungen der Alten den tiefſten Einfluß auf die Richtung und allmälige Entwickelung ſeiner Ideen ausgeübt haben könnte, ſind nach Gaſſendi's Behauptung eine Stelle in dem encyclopädiſchen, in halb barbariſcher Sprache abgefaßten Werke des Martianus Mineus Capella und das Weltſyſtem des Apollonius von Perga. Nach der Vorſtellungsart des Martianus Mineus aus Madaura, die mit zu großer Zuverſicht*) bald

---

tiger mich auszudrücken, mit dem, was den älteſten unter ihnen zugeſchrieben wurde. So kennt er z. B., wie der Eingang der Zueignung beweiſt, den Brief des Lyſis an den Hipparchus, welcher allerdings bezeugt, daß die geheimnißliebende italiſche Schule, „wie es anfangs auch des Copernicus Vorſatz war," nur Freunden ihre Meinungen mittheilen wollte. Das Zeitalter des Lyſis iſt ziemlich unſicher; er wird bald ein unmittelbarer Schüler des Pythagoras genannt, bald und ſicherer ein Lehrer des Epaminondas (Böckh, Philolaos S. 8–15). Der Brief des Lyſis an Hipparch, einen alten Pythagoreer, der die Geheimniſſe des Bundes veröffentlicht hatte, iſt, wie ſo viele ähnliche Schriften, in ſpäten Zeiten geſchmiedet worden. Copernicus hat ihn wahrſcheinlich aus der Sammlung des Albus Manutius, Epistolae diversorum philosophorum (Romae 1494), oder aus einer lateiniſchen Ueberſetzung des Cardinals Beſſarion (Venet. 1516) gekannt. Auch in dem Verbot der Copernicaniſchen Schrift de Revolutionibus, in dem berühmten Decret der Congregazione dell' Indice vom 5. März 1616, wird das neue Weltſyſtem ausdrücklich als „falsa illa *doctrina Pythagorica*, Divinae Scripturae omnino adversans" bezeichnet. Die wichtige Stelle über Ariſtarch von Samos, von welcher ich im Text gereedet, ſteht im Arenarius pag. 449 der Pariſer Ausgabe des Archimedes von 1615, von David Rivaltus. Die editio princeps aber iſt die Baſeler von 1544 apud Io. Hervagium. Die Stelle im Arenarius ſagt ſehr beſtimmt: „Ariſtarch habe die Aſtronomen widerlegt, welche ſich die Erde unbewegt in der Mitte des Weltbaues denken. Die Sonne bezeichne dieſe Mitte; ſie ſei unbeweglich wie die anderen Sterne, während die Erde um die Sonne kreiſe." In dem Werk des Copernicus iſt Ariſtarch zweimal, p. 69, b und 79, ohne alle Beziehung auf ſein Syſtem genannt. — Ideler fragt (Wolf's und Buttmann's Muſeum der Alterthums-Wiſſenſchaft Bd. II. 1808 S. 452), ob Copernicus die Schrift de docta ignorantia des Nicolaus von Cuſa gekannt habe. Die erſte Pariſer Ausgabe der Werke iſt allerdings von 1514, und der Ausdruck: jam nobis manifestum est, terram in veritate moveri hätte aus dem Munde eines platoniſirenden Cardinals auf den Domherrn von Frauenburg einigen Eindruck machen ſollen (Whewell, Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 343); aber ein Bruchſtück von Cuſa's Hand, das durch Clemens ganz neuerlich 1843 in der Bibliothek des Hoſpitals zu Cues aufgefunden worden iſt, beweiſt genugſam, ſo wie auch die Schrift de venatione sapientiae cap. 28, daß Cuſa ſich die Erde nicht um die Sonne, ſondern mit dieſer zugleich, aber langſamer, „um die immerfort wechſelnden Pole der Welt" bewegt dachte. (Clemens in Giordano Bruno und Nicol. von Cuſa 1847 S. 97–100.)

*) S. die gründliche Behandlung dieſes Gegenſtandes in Martin, Études sur Timée T. II. p. 111 (Cosmographie des Égyptiens) und p. 129–135 (antécédents du Système de Copernic). Die Behauptung dieſes gelehrten Philologen, nach welcher das urſprüngliche Syſtem des Pythagoras ſelbſt von dem des Philolaus verſchieden iſt und die Erde unbewegt in die Mitte geſetzt haben ſoll, ſcheint mir nicht ganz begründet (T. II. p. 103 und 107). Ueber die ausführliche Behauptung Gaſſendi's von dem tychoniſchen Syſtem des Apollonius von Perga, deren ich oben im Text Erwähnung gethan, will ich hier mich beſtimmter erklären. Es heißt in den Biographien des Gaſſendi: „Magnum imprimis rationem habuit Copernicus duarum opinionum affinium, quarum unam Martiano Capellae, alteram Apollonio Pergaeo attribuit. — Apollonius Solem delegit, circa quem, ut centrum, non modo Mercurius et Venus, verum etiam Mars, Jupiter, Saturnus suas obirent periodos, dum Sol interea, uti et Luna, circa Terram, ut circa centrum, quod foret Affixarum mundique centrum, moveretur; quae deinceps quoque opinio Tychonis propendum fuit. Rationem autem magnam harum opinionum Copernicus habuit, quod utraque eximie Mercurii ac Veneris circuitiones repraesentaret, earumque causam retrogradationum, directionum, stationum in iis apparentium exprimeret, et posterior (Pergaei) quoque in tribus planetis superioribus praestaret." (Gaſſendi, Tychonis Brahei vita p. 296.) Mein Freund, der Aſtronom Galle, von dem ich Belehrung gewünſcht, findet, wie ich, nichts, was Gaſſendi's ſo beſtimmte Behauptung rechtfertigen könnte. „In den Stellen," ſchreibt er, „die Sie mir in des Ptolemäus Almageſt (im Eingang von Buch XII) und in dem Werke des Copernicus lib. V cap. 2 pag. 141, b cap. 35 pag. 179, a und b, cap. 36 pag. 181, b bezeichnen, iſt nur von der Erklärung der Rückgänge und Stillſtände der Planeten die Rede, wodurch zwar auch Apollonius Annahme von der Umdrehung der Planeten um die Sonne hingewieſen wird (ſo wie auch Copernicus ſelbſt der Annahme des Stillſtandes der Erde ausdrücklich erwähnt); woher aber dieſer, was er von Apollonius vorausſetzt, geſchöpft habe, iſt nicht zu beſtimmen. Es wird deshalb nur auf eine ſpäte Autorität ein der tychoniſchen gleiches Syſtem des Apollonius von Perga vermuthet werden können, obgleich ich eine deutliche Darlegung dieſes Syſtems auch bei Copernicus nicht erwähnt noch aus älteren Stellen citirt gefunden habe. Sollte bloß lib. XII des Almageſt die Quelle ſein, woraus Apollonius die vollſtändige tychoniſche Anſicht beigemeſſen wird, ſo iſt zu glauben, daß Gaſſendi in ſeinen Ausſetzungen zu weit gegangen iſt und daß es ſich damit eben ſo verhalte, wie mit den Phaſen des Merkur und der Venus, die Copernicus (lib. I cap. 10 pag. 7, b und 8, a) zur Sprache gebracht, ohne ſie beſtimmt auf ſein Syſtem angewendet zu haben. Aehnlich hat vielleicht Apollonius die Erklärung der Rückgänge der Planeten unter der Annahme einer Umdrehung um die Sonne

gyptern, bald den Chaldäern zugeschrieben wird, ruht die Erde unbeweglich im
unkte, aber die Sonne wird, als kreisender Planet, von zwei Satelliten (Merkur
nus) umgeben. Eine solche Ansicht des Weltgebäudes konnte freilich zu der der
lkräfte der Sonne vorbereiten. Nichts rechtfertigt aber, weder in dem Almagest und
upt in den Schriften der Alten, noch in dem Werke des Copernicus de Revolutioni-
e von Gassendi so bestimmt ausgesprochene Behauptung über die vollkommene Aehn-
des tychonischen Systems mit dem, welches man dem Apollonius von Perga zu-
n will. Von der Verwechselung des copernicanischen Systems mit dem des Pytha-
Philolaus, in welchem die nicht rotirende Erde (die Antichthon oder Gegenerde ist
n eigener Planet, sondern die entgegengesetzte Halbkugel unseres Planeten) wie die
selbst sich um den Weltheerd, das Centralfeuer, die Lebensflamme des ganzen Pla-
stems, bewegt: kann nach Böckh's vollendeten Untersuchungen ferner keine Rede sein.
wissenschaftliche Revolution, deren Urheber Nicolaus Copernicus war, hat das sel-
lück gehabt (eine kurze, rückschreitende Bewegung der tychonischen Hypothese abge-
) ununterbrochen zum Ziele, zur Entdeckung des wahren Weltbaues zu führen. Die
Fülle genauer Beobachtungen, welche der eifernde Gegner selbst, Tycho de Brahe,
begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kep-
amen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch
thwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens, eines denkenden Erken-
der Natur, übertragen wurden. Man hat*) mit Scharfsinn, aber vielleicht mit
acher Bezeichnung des freien, selbstständig die Gravitations-Theorie schaffenden
gesagt: „Kepler schrieb ein Gesetzbuch, Newton den Geist der Gesetze."
sinnbildlichen dichterischen Mythen pythagorischer und platonischer Weltgemälde,
bar†) wie die Phantasie, die sie erzeugt, fanden theilweise noch ihren Nester in
; sie erpärmten und erheiterten sein oft getrübtes Gemüth, aber sie lenkten nicht ab
r ernsten Bahn, die er verfolgte und an deren Ziel‡) er gelangte zwölf Jahre vor

---

risch behandelt, ohne etwas bestimmtes und
es über die Wahrheit dieser Annahme hinzu-
Der Unterschied des von Gassendi beschriebe-
lemischen Systems von dem des Tycho würde
nur der sein, daß dieser auch noch die Un-
eiten in den Bewegungen erklärt. Die Be-
von Robert Small, daß die Idee, welche dem
en Systeme zum Grunde liegt, keineswegs
m Geiste des Copernicus gewesen sei, sondern
mehr als ein Durchgangspunkt für sein eigenes
gedient habe, scheint mir wohlbegründet."
chubert, Astronomie Th. I. S. 124. Eine
gelungene und vollständige tabellarische Ueber-
r astronomischen Anschauungen des Weltbaues
frühesten Zeiten der Menschheit bis zu New-
avitations-System (Inductive Table of Ast-
) hat Whewell gegeben in der Philosophy
nductive Sciences Vol. II. p. 282.
ato ist philolaisch im Phädrus, im Timäus da-
ng dem System der unbewegten im Centrum ru-
Erde, das man später hipparchisch und ptolemä-
nnt hat, zugethan. (Böckh de Platonico sy-
coelestium globorum et de vera indole ast-
e Philolaicae p. XXVI–XXXII; derselbe
klaus S. 104–108. Vergl. auch Fries, Ge-
er Philosophie Bd. I. S. 325–347 mit Mar-
udes sur Timée T. II. p. 64–92.) Das astro-
Traumbild, in welches der Weltbau am Ende
s von der Republik gehüllt ist, erinnert zugleich
eingeschachtelte Sphären-System der Planeten
Einklang der Töne „als Stimmen der mit um-
nden Sirenen." (S. über Entdeckung des wah-
ystems die schöne, vielumfassende Schrift von
Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. 1845
305 und 379–445.)

‡) Kepler, Harmonices Mundi libri quinque 1619 p. 189. „Am 8. März 1618 kam Kepler nach vielen vergeblichen Versuchen auf den Gedanken die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten mit den Würfeln der mittleren Entfernungen zu vergleichen, allein er verrechnete sich und verwarf diesen Gedanken wieder. Am 15. Mai 1618 kam er auf den Gedanken zurück und rechnete richtig. Das dritte Kepler'sche Gesetz war nun entdeckt. Diese Entdeckung und die damit verwandten fallen gerade in die unglückliche Epoche, in welcher der, von früher Kindheit an den härtesten Schlägen des Schicksals ausgesetzte Mann daran arbeitet, seine 70jährige Mutter, die der Giftmischung, Thränenlosigkeit und Zauberei angeklagt ist, in einem 6 Jahre dauernden Hexenprocesse von der Folter und dem Scheiterhaufen zu retten. Der Verdacht ward dadurch verstärkt, daß ihr eigener Sohn, der bösartige Zinngießer Christoph Kepler, die Mutter anklagte, und daß diese bei einer Tante erzogen war, welche zu Weil als Hexe verbrannt wurde. S. eine überaus interessante, im Auslande wenig bekannt gewordene und nach neu aufgefundenen Manuscripten abgefaßte Schrift des Freiherrn von Breitschwert: Johann Keppler's Leben und Wirken 1831 S. 12, 97–147 und 196. Nach derselben Schrift ward Kepler, der sich in deutschen Briefen immer Keppler unterzeichnet, nicht den 21. Dec. 1571 in der Reichsstadt Weil, wie man gewöhnlich annimmt, sondern den 27. Dec. 1571 in dem würtembergischen Dorfe Magstatt geboren. Von Copernicus ist es ungewiß, ob er am 19. Jan. 1472, oder am 19. Febr. 1473, wie Möstlin will, oder (nach Czynski) den 12. Februar desselben Jahres geboren ist. Des Columbus Geburtsjahr schwankte lange um 19 Jahre. Ramusio setzt es in 1430, Bernaldez, der Freund des Entdeckers, in 1436, der berühmte Geschichtsschreiber Munoz in das Jahr 1446.

seinem Tode in der denkwürdigen Nacht des 15. Mai 1618. Copernicus hatte durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse eine genügende Erklärung der scheinbaren Umwälzung des Fixsternhimmels und durch die jährliche Bewegung um die Sonne eine eben so vollkommene Auflösung der auffallendsten Bewegungen der Planeten (Stationen und Rückgänge) gegeben und so den wahren Grund der sogenannten zweiten Ungleichheit der Planeten gefunden. Die erste Ungleichheit, die ungleichförmige Bewegung der Planeten in ihren Bahnen, ließ er unerklärt. Getreu dem uralten pythagoräischen Principe von der den Kreisbewegungen inwohnenden Vollkommenheit, bedurfte Copernicus noch zu seinem Weltenbau excentrischer, im Mittelpunkt leerer Kreise, auch einiger Epicykeln des Apollonius von Perga. So kühn der Weg war, den man eingeschlagen, so konnte man doch nicht auf einmal sich von allen früheren Ansichten befreien.

Der gleiche Abstand, in welchem die Sterne von einander bleiben, indem das ganze Himmelsgewölbe sich von Osten nach Westen bewegt, hatte zu der Vorstellung eines Firmaments, einer soliden krystallenen Sphäre geführt, an welche sich Anaximenes (vielleicht nicht viel jünger als Pythagoras) die Sterne wie Nägel*) angeheftet dachte. Gemius der Rhodier, gleichzeitig mit Cicero, bezweifelt, daß die Sternbilder in einer Fläche liegen; einige liegen nach ihm höher, andere tiefer. Die Vorstellung vom Fixsternhimmel wurde auf die Planeten übergetragen; und so entstand die Theorie der excentrischen in einander geschachtelten Sphären des Eudorus, Menächmus und des Aristoteles, der die rückwirkenden Sphären erfand. Die Theorie der Epicykeln, eine Construction, welche sich der Darstellung und Berechnung der planetarischen Bewegungen leichter anpaßte, verdrängte nach einem Jahrhundert durch den Scharfsinn des Apollonius die starren Sphären. Ob man, wie Ideler glaubt, erst nach Errichtung des alexandrinischen Museums angefangen habe „eine freie Bewegung der Planeten im Weltraume für möglich zu halten;" ob man sich allgemein früher sowohl die eingeschachtelten durchsichtigen Sphären (nach Eudorus 27, nach Aristoteles 55) als die Epicykeln, die Hipparch und Ptolemäus dem Mittelalter überlieferten, nicht als fest, von materieller Dichte, sondern nur als ideelle Anschauungen dachte: darüber enthalte ich mich hier aller historischen Entscheidung, so sehr ich auch der „bloß ideellen Anschauung" zugethan bin. Gewisser ist es, daß in der Mitte des 16ten Jahrhunderts, da die Theorie der 77 homocentrischen Sphären des gelehrten Polyhistors Girolamo Fracastoro Beifall fand und da später die Gegner des Copernicus alle Mittel aufsuchten das ptolemäische System aufrecht zu halten, die, besonders von den Kirchenvätern begünstigte Vorstellung von der Existenz solider Sphären, Kreise und Epicykeln noch weit verbreitet war. Tycho de Brahe rühmt sich ausdrücklich des Verdienstes, durch seine Betrachtungen über die Cometenbahnen zuerst die Unmöglichkeit solider Sphären erwiesen, das künstliche Gerüste derselben zertrümmert zu haben. Er füllte den freien Himmelsraum mit Luft, und glaubte sogar, das widerstehende Mittel könne, von den kreisenden Weltkörpern erschüttert, Töne erzeugen. Diese erneuerte pythagoräische Ton-Mythe glaubte der wenig poetische Rothmann widerlegen zu müssen.

Die große Entdeckung Kepler's, daß alle Planeten sich in Ellipsen um die Sonne bewegen und daß die Sonne in dem einen Brennpunkt dieser Ellipsen liegt, hat endlich das ursprüngliche copernicanische System von den excentrischen Kreisen und von allen Epicykeln befreit†). Der planetarische Weltbau erschien nun objectiv, gleichsam architectonisch,

*) Plut. de plac. Philos. II, 14; Aristot. Meteorol. XI, 8, de Coelo II, 8. Ueber die Sphärentheorie im allgemeinen und insbesondere über die rückwirkenden Sphären des Aristoteles s. Ideler's Vorlesung über Eudorus 1828 S. 49–60.

†) Eine bessere Einsicht in die freie Bewegung der Körper, in die Unabhängigkeit der einmal gegebenen Richtung der Erdachse von der rotatorischen und fortschreitenden Bewegung der Erdkugel in ihrer Bahn hat das ursprüngliche System des Copernicus auch von der Annahme einer Declinations-Bewegung, der sogenannten dritten Bewegung der Erde (de Revol. orb. coel. lib. I cap. 11, triplex motus telluris) befreit. Der Parallelismus der Erdachse erhält sich im jährlichen Umlauf um die Sonne, nach dem Gesetz der Trägheit ohne Anwendung eines berichtigenden Epicykels.

ſeiner einfachen Größe; aber das Spiel und der Zuſammenhang der inneren, treibenden
d erhaltenden Kräfte wurden erſt von Iſaac Newton enthüllt. Wie man oft ſchon in der
eſchichte der allmäligen Entwickelung des menſchlichen Wiſſens bemerkt hat, daß wichtige,
er ſcheinbar zufällige Entdeckungen, wie das Auftreten großer Geiſter, ſich in einen kur-
n Zeitraum zuſammendrängen; ſo ſehen wir dieſe Erſcheinung auf die auffallendſte Weiſe
dem erſten Decennium des 17ten Jahrhunderts wiederholt. Tycho, der Gründer der
ueren meſſenden Aſtronomie, Kepler, Galilei und Bacon von Verulam ſind Zeitgenoſſen.
lle, außer Tycho, haben in reifen Jahren noch die Arbeiten von Descartes und Fermat
lebt. Die Grundzüge von Bacon's Instauratio Magna erſchienen in engliſcher Sprache
on 1605, fünfzehn Jahre vor dem Novum Organon. Die Erfindung des Fernrohrs
d die größten Entdeckungen der phyſiſchen Aſtronomie (Jupitersſtrabanten, Sonnen-
cken, Phaſen der Venus, Wundergeſtalt des Saturn) fallen zwiſchen die Jahre 1609
d 1612. Keplers Speculationen über die elliptiſche *) Marsbahn beginnen 1601 und
ben Anlaß zu der acht Jahre darauf vollendeten Astronomia nova seu Physica coelestis.
Durch das Studium der Bahn des Planeten Mars," ſchreibt Kepler, „müſſen wir zu den
eheimniſſen der Aſtronomie gelangen oder wir bleiben in derſelben auf immer unwiſſend.
s iſt mir durch hartnäckig fortgeſetzte Arbeit gelungen die Ungleichheiten der Bewegung
s Mars Einem Naturgeſetz zu unterwerfen." Die Verallgemeinerung deſſelben Gedan-
ns hat Kepler zu den großrn Wahrheiten und kosmiſchen Ahndungen geführt, die der
antaſiereiche Mann zehn Jahre ſpäter in ſeiner Weltharmonie (Harmonices Mundi
bri quinque) dargelegt. „Ich glaube," ſagt Kepler ſchön in einem Briefe an den däni-
ſchen Aſtronomen Longomontanus, „daß Aſtronomie und Phyſik ſo genau mit einander
erknüpft ſind, daß keine ohne die andere vervollkommnet werden kann." Auch erſchienen
e Früchte ſeiner Arbeiten über die Structur des Auges und die Theorie des Sehens 1604
n den Paralipomenen zum Vitellion, die Dioptrik†) ſelbſt ſchon 1611.
So verbreitete ſich das Wiſſen über die wichtigſten Gegenſtände der Erſcheinungswelt in
en himmliſchen Räumen wie über die Art, durch Erfindung neuer Organe, dieſe Gegen-
tände zu erfaſſen, in dem kurzen Zeitraume der erſten 10 bis 12 Jahre eines mit Galilei
nd Kepler anbrechenden, mit Newton und Leibnitz endenden Jahrhunderts.

Die zufällige Erfindung der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre wurde zuerſt
n Holland, wahrſcheinlich ſchon in den letzten Monaten des Jahres 1608, bekannt. Nach
en neueſten archivariſchen Unterſuchungen ‡) können Anſprüche auf dieſe große Erfindung

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne
T. II. p. 281.

†) S. Sir David Brewster's Urtheil über Key-
r's optiſche Arbeiten in the Martyrs of Science 1846
. 179–182 (vergl. Wilde, Geſch. der Optik 1838 Th.
. S. 182–210). Wenn das Geſetz der Brechung der
ichtſtrahlen dem Leidener Profeſſor Willebrord Snel-
us (1626) gehört, der es in ſeinen Papieren vergraben
interließ, ſo iſt dagegen die Publication des Geſetzes
unter einer trigonometriſchen Form zuerſt durch Descar-
es geſchehen. S. Brewster im North-British Re-
iew Vol. VII p. 207; Wilde, Geſch. der Optik Th.
. S. 227.

‡) Vergl. zwei vortreffliche Abhandlungen über die
Erfindung des Fernrohrs von Prof. Moll aus Utrecht
n Journal of the Royal Institution 1831 Vol. I. p.
9 und von Wilde zu Berlin in ſeiner Geſchichte der
Optik 1838 Th. I. S. 138–172. Das in holländiſcher
Sprache abgefaßte Werk von Moll führt den Titel: Ge-
ſchiedkundig Onderzoek naar de eerste Uitvinders
er Verrykers, uit de Aantekeningen van wyle
n Hoogl. van Swinden zamengesteld door G.
oll. Amsterdam 1831.) Olbers hat einen Auszug
ſeiner intereſſanten Schrift mitgetheilt in Schuma-
r's Jahrbuch für 1843 S. 56–65. Die optiſchen In-
trumente welche Janſen dem Prinzen Moriz von Naſ-
ſau und dem Erzherzog Albert lieferte (letzterer ſchenkte
das ſeinige an Cornelius Drebbel), waren, wie aus dem
Briefe des Geſandten Boreel erhellt, der als Kind oft
in des Brillenmachers Janſen Hauſe geweſen war und
die Inſtrumente ſpäter im Laden ſah, Microſcope von
18 Zoll Länge, „durch welche kleine Gegenſtände, wenn
man von oben hineinſah, wunderbar vergrößert wur-
den." Die Verwechſelung der Microſcope und Teleſcope
verdunkelt die Geſchichte der Erfindungen beider Werk-
zeuge. Der eben erwähnte Brief von Boreel (aus Paris
1655) macht es, trotz der Autorität von Tiraboſchi, un-
wahrſcheinlich, daß die erſte Erfindung des zuſammen-
geſetzten Microſcops Galilei gehöre. Vergl. über dieſe
dunkle Geſchichte optiſcher Erfindungen Vincenzio An-
tinori in den Saggi di Naturali Esperienze fatto
nell' Accademia del Cimento 1841 p. 22–26. Huy-
gens, deſſen Geburtsjahr kaum 25 Jahre nach der muth-
maßlichen Erfindungsepoche des Fernrohrs fällt, wagt
ſchon nicht mit Gewißheit über den Namen des erſten
Erfinders zu entſcheiden (Opera reliqua 1728 Vol. II.
p. 125.) Nach den archivariſchen Forſchungen von van
Swinden und Moll beſaß nicht nur Lippershey ſchon
den 2. Oct. 1608 von ihm ſelbſt angefertigte Fernröhre,
ſondern der franzöſiſche Geſandte im Haag, Präſident
Jeannin, ſchrieb auch ſchon den 28. Dec. deſſelben Jah-
res an Sully: „daß er mit dem Middelburger Brillen-

machen: Hans Lippershey, gebürtig aus Wesel, Brillenmacher zu Middelburg; Jacob Adriaansz mit dem Beinamen Metius, der auch Brennspiegel von Eis verfertigt haben soll; und Zacharias Jansen. Der erste wird in dem wichtigen Briefe des holländischen Gesandten Boreel an den Arzt Borelli, Verfasser der Abhandlung de vero telescopii inventore (1655), immer Laprey genannt. Wenn man die Priorität nach den Zeitepochen bestimmen will, in denen den Generalstaaten Anträge gemacht wurden, so gehört dem Hans Lippershey der Vorrang. Er bietet der Regierung drei Instrumente an, „mit denen man in die Ferne sieht," am 2. October 1608. Des Metius Anerbieten ist erst vom 17. October desselben Jahres, aber er sagt ausdrücklich in der Bittschrift: „daß er durch Fleiß und Nachdenken schon seit zwei Jahren solche Instrumente construirt habe." Zacharias Jansen (wie Lippershey, Brillenmacher zu Middelburg) erfand in Gemeinschaft mit seinem Vater Hans Jansen gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts (wahrscheinlich nach 1590) das zusammengesetzte Microscop, dessen Ocular ein Zerstreuungsglas ist; aber erst 1610, wie der Gesandte Boreel es bezeugt, das Fernrohr, welches er und seine Freunde zwar auf ferne irdische, aber nicht auf himmlische Gegenstände richteten. Der Einfluß, welchen das Microscop auf die tiefere Kenntniß alles Organischen in Gestaltung und Bewegung der Theile, das Fernrohr auf die plötzliche Erschließung der Welträume ausgeübt haben, ist so unermeßlich gewesen, daß die Geschichte der Entdeckung hier umständlicher berührt werden mußte.

Als die Nachricht von der in Holland gemachten Erfindung des teleskopischen Sehens im Mai 1609 sich nach Venedig verbreitete, wo Galilei zufällig anwesend war, errieth dieser das Wesentliche der Construction eines Fernrohrs und brachte sogleich das seinige in Padua zu Stande*). Er richtete dasselbe zuerst auf die Gebirgslandschaften des Mondes, deren höchste Punkte er zu messen lehrt, während er, wie Leonardo da Vinci und Mästlin, das aschfarbene Licht des Mondes dem von der Erde auf den Mond reflectirten Sonnenlichte zuschrieb; er durchforschte mit schwacher Vergrößerung die Gruppe der Plejaden, den Sternhaufen der Krippe im Krebse, die Milchstraße und die Sterngruppe im Kopf des Orion. Dann folgten schnell hinter einander die großen Entdeckungen der vier Ju-

---

macher über ein Fernrohr unterhandle, welches er dem König Heinrich IV. schicken wolle." Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen, der Mitentdecker der Jupitersmonde) erzählt sogar, daß seinem Freunde Fuchs von Bimbach, geheimem Rath des Markgrafen von Ansbach, bereits im Herbste 1608 in Frankfurt am Main von einem Belgier ein Fernrohr angeboten worden sei. Zu London fabricirte man Fernröhre im Februar 1610, also ein Jahr später als Galilei das seinige zu Stande brachte (Rigaud on Harriot's papers 1833 p. 23, 26 und 46). Man nannte sie anfangs Cylinder. Porta, der Erfinder der Camera obscura, hat, wie früher Fracastoro, der Zeitgenosse von Columbus, Copernicus und Cardanus, bloß von der Möglichkeit gesprochen, durch auf einander gelegte convexe und concave Gläser (duo specilla ocularia alterum alteri superposita) „alles größer und näher zu sehen;" aber die Erfindung des Fernrohrs kann man ihnen nicht zuschreiben. (Tiraboschi, Storia della Letter ital. T. XI. p. 467; Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 121.) Brillen waren in Harlem seit dem Anfang des 14ten Jahrhunderts bekannt und eine Grabschrift in der Kirche Maria Maggiore zu Florenz nennt als Erfinder (inventore degli occiali) den 1317 gestorbenen Salvino degli Armati. Einzelne, wie es scheint, sichere Angaben über den Gebrauch der Brillen durch Greise hat man selbst von 1299 und 1305. Die Stellen von Roger Bacon beziehen sich auf die vergrößernde Kraft gläserner Kugelsegmente. S. Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 93–96 und oben S. 321 Anm. *).

*) Eben so soll der oben genannte Arzt und markgräflich ansbachische Mathematicus Simon Marius schon 1608, nach der von Fuchs von Bimbach erhaltenen Beschreibung von der Wirkung eines holländischen Fernrohrs, sich selbst eines construirt haben. Galilei's früheste Beobachtung der Gebirgslandschaften des Mondes, deren ich im Texte erwähnt, vergl. Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 200–206; Galilei, Opere 1744 T. II. p. 60, 403 und (Lettera al Padre Christophoro Grienberger, in materia delle Montagne della Luna) p. 409–424. Galilei findet einige kreisrunde, von Bergen überall umgebene Landschaften im Monde, der Gestaltung von Böhmen ähnlich. „Eandem facit aspectum Lunae locus quidam, ac fuerit in terris regio consimilis *Boemiae*, si mundissimis altissimis, inque peripheriam perfecti circuli dispositis occluderetur undique." (T. II. p. 8.) Die Bergmessungen geschahen nach der Methode der Lichtspitzen. Galilei maß, wie später noch Hevelius that, den Abstand des Berggipfels von der Erleuchtungsgrenze in dem Augenblick, wo die Berggipfel zuerst von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Von der Länge der Bergschatten finde ich keine Beobachtung. Er fand die Erhöhungen ineirca miglia quattro hoch, und viele höher als unsere Berge auf der Erde. Die Vergleichung ist sonderbar, da nach Riccioli man damals so übertriebene Meinungen von unseren Berggipfeln hatte und eine der vornehmsten, d. h. früh berufensten, der Pic von Teneriffa, erst 1724 mit einiger Genauigkeit trigonometrisch von Feuillée gemessen wurde. An die Existenz von Seen und einer Atmosphäre des Mondes glaubte Galilei auch, wie alle Beobachter bis zum Ende des 18ten Jahrhunderts.

anten des Jupiter, der zwei Handhaben des Saturn (ſeine undeutlich geſehene, nicht erkannte Ringumgebung), der Sonnenflecken und der ſichelförmigen Geſtalt der Venus.

Die Monde des Jupiter, die erſten aller durch das Fernrohr aufgefundenen Nebenplaneten, wurden, wie es ſcheint, faſt zugleich, und ganz unabhängigerweiſe, am 29. December 1609 von Simon Marius zu Ansbach und am 7. Januar 1610 von Galilei zu Padua entdeckt. In der Publication dieſer Entdeckung kam Galilei durch den Nuncius Sidereus (1610) dem Mundus Jovialis (1614) des Simon Marius zuvor*). Dieſer hatte den Jupiterstrabanten den Namen Sidera Brandenburgica zugedacht; Galilei ſchlug die Namen Sidera Cosmica oder Medicea vor, von denen in Florenz der letztere am Hofe mehr Beifall fand. Die collectiven Namen genügten aber nicht dem ſchmeichleriſchen Sinne. Statt die Monde, wie wir jetzt thun, durch Zahlen zu bezeichnen, nannte ſie Marius: Jo, Europa, Ganymed und Calliſto; durch Galilei's Nomenclatur traten an die Stelle dieſer mythologiſchen Weſen die Familiennamen des mediceiſchen Herrſcherhauſes: Catharina, Maria, Coſimo der ältere und Coſimo der jüngere.

Die Bekanntſchaft mit dem Satelliten-Syſtem des Jupiter und die mit den Phaſen der Venus haben den weſentlichen Einfluß auf die Befeſtigung und Verbreitung des copernicaniſchen Syſtemes gehabt. Die kleine Jupiterswelt (Mundus Jovialis) bot dem geiſtigen Blicke ein vollkommenes Bild des großen Planeten- und Sonnenſyſtems dar. Man erkannte, daß die Nebenplaneten den von Kepler entdeckten Geſetzen gehorchen; am früheſten, daß die Quadrate der Umlaufszeiten ſich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen der Satelliten vom Hauptplaneten. Deshalb ruft Kepler, in der Harmonice Mundi, in dem feſten Vertrauen und der Sicherheit, welche „einem deutſchen Manne" die philoſophiſche Freimüthigkeit einflößt, den Stimmführenden jenſeits der Alpen zu:

---

*) Ich finde hier Veranlaſſung, wiederum (ſ. Kosmos, im erſten Buche) an den von Arago ausgeſprochenen Grundſatz zu erinnern: „Il n'y a qu'une manière rationelle et juste d'écrire *l'histoire des sciences*, c'est de s'appuyer exclusivement sur des publications ayant date certaine; hors de là tout est confusion et obscurité." — Die ſo ſonderbar verſpätete Erſcheinung des Fränkiſchen Kalenders oder der Practica (1612) und des aſtronomiſch wichtigen Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Febr. 1614) konnte allerdings zu dem Verdachte Anlaß geben, Marius habe aus dem Nuncius sidereus des Galilei, deſſen Zueignung vom März 1610 iſt, oder gar aus früheren brieflichen Mittheilungen geſchöpft. Auch nennt ihn Galilei, gereizt durch den noch nicht vergeſſenen Proceß über den Proportional-Zirkel gegen Baldaſer Capra, einen Schüler des Marius, usurpatore del Sistema di Giove; ja Galilei wirft ſogar dem lutheriſch-proteſtantiſchen Aſtronomen aus Gunzenhauſen vor, daß ſeine frühere Beobachtung auf einer Calender-Verwechſelung beruhe. „Tace il Mario di far sapere al lettore, come essendo egli separato della Chiesa nostra, ne avendo accettato l'emendatione gregoriana, il giorno 7 di gennaio del 1610 di noi cattolici (der Tag, an welchem Galilei die Satelliten entdeckte), è l'istesso, che il dì 28 di decembre del 1609 di loro eretici, e questa è tutta la precedenza delle sue finte osservationi." (Venturi, Memorie e Lettere di Galileo Galilei 1818 P. I. p. 279 und Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 696.) Nach einem Briefe, den Galilei 1614 an die Academia dei Lincei richtete, wollte derſelbe ſeine Klage gegen Marius etwas unphiloſophiſch an den Marcheſe di Brandeburgo richten. Im ganzen blieb indeß Galilei wohlwollend geſinnt für die deutſchen Aſtronomen. „Gli ingegni singolari, che in gran numero fioriscono nell' Alemagna, mi hanno lungo tempo tenuto in desiderio di vederla," ſchreibt er im März 1611 (Opere T. II. p. 44.) Auffallend iſt es mir immer geweſen, daß, wenn Kepler in einem Geſpräche mit Marius ſcherzhaft als Taufzeuge jener mythologiſchen Benennungen, Jo und Calliſto, aufgeführt wird, derſelbe weder in ſeinem in Prag (April 1610) erſchienenen Commentar zum Nuncius Sidereus nuper ad mortales a *Galilaeo* missus, noch in ſeinen Briefen an Galilei oder an den Kaiſer Rudolph (Herbſt 1610) ſeines Landsmannes Marius Erwähnung thut, ſondern überall von „der glorreichen Entdeckung der mediceiſchen Geſtirne durch Galilei" ſpricht. Indem er ſeine eigenen Satelliten-Beobachtungen vom 4–9. Sept. 1610 veröffentlicht, giebt er einer kleinen zu Frankfurt 1611 erſchienenen Schrift den Titel: Keplori Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erronibus, quos Galilaeus Mathematicus Florentinus *jure inventionis* Medicea Sidera nuncupavit. Ein Brief aus Prag (25. Oct. 1610), an Galilei gerichtet, endigt mit den Worten: „neminem habes, quem metuas aemulum." Vergl. Venturi P. I. p. 100, 117, 139, 144 und 149. Durch einen Irrthum verleitet und nach einer ſehr unſorgfältigen Durchſicht aller zu Petworth, dem Landſitze von Lord Egremont, aufbewahrten koſtbaren Handſchriften, hat Baron von Zach behauptet, daß der ausgezeichnete Aſtronom und virginiſche Reiſende Thomas Harriot gleichzeitig mit Galilei und vielleicht ſelbſt früher die Jupitersstrabanten entdeckt habe. Eine ſorgfältigere von Rigaud angeſtellte Unterſuchung von Harriot's Manuſcripten hat gelehrt, daß ſeine Beobachtungen nicht am 16. Januar, ſondern erſt am 17. October 1610 anfangen, 9 Monate nach Galilei und Marius. (Vergl. Zach, Corr. astron. Vol. VII. p. 105; Rigaud, Account of Harriot's astron. papers Oxf. 1833 p. 37; Brewster, Martyrs of Science 1846 p. 32.) Die früheſten Originalbeobachtungen der Jupitersstrabanten, die Galilei und ſein Schüler Renieri angeſtellt, ſind erſt vor zwei Jahren aufgefunden worden.

„achtzig Jahre*) sind verflossen, in denen des Copernicus Lehre von der Bewegung der Erde und von der Ruhe der Sonne ungehindert gelesen wurde, weil man für erlaubt hielt über natürliche Dinge zu disputiren und die Werke Gottes zu beleuchten; und jetzt, da neue Documente zum Beweis der Lehre aufgefunden sind, Documente, welche den (geistlichen) Richtern unbekannt waren, wird die Verbreitung des wahren Systems vom Weltbau bei Euch verpönt!" Diese Verpönung, Folge des alten Kampfes der Naturwissenschaft mit der Kirche, hatte schon früh Kepler selbst in dem protestantischen Deutschland erfahren †).

Für die Geschichte der Astronomie, ja für die Schicksale ihrer Begründung ‡) bezeichnet die Entdeckung der Jupiterstrabanten eine ewig denkwürdige Epoche. Die Verfinsterungen der Trabanten, ihr Eintritt in den Schatten Jupiters haben auf die Geschwindigkeit des Lichts (1675) und durch die Kenntniß dieser Geschwindigkeit zur Erklärung der Aberations-Ellipse der Fixsterne (1727) geleitet, in der sich gleichsam am Himmelsgewölbe die große Bahn der Erde in ihrem jährlichen Laufe um die Sonne abspiegelt. Man hat diese Entdeckungen Römer's und Bradley's mit Recht „den Schlußstein des copernicanischen Systems," den sinnlichen Beweis von der translatorischen Bewegung der Erde genannt.

Auch die Wichtigkeit, welche die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten für die geographischen Längenbestimmungen auf dem festen Lande darbieten, wurde von Galilei früh (Sept. 1612) erkannt. Er schlug diese Längenmethode erst dem spanischen Hofe (1616), später den Generalstaaten von Holland, und zwar für das Seewesen, vor ‖): wenig bekannt, wie es scheint, mit den unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche die praktische Anwendung der Methode auf dem vielbewegten Elemente findet. Er wollte mit hundert von ihm anzufertigenden Fernröhren selbst nach Spanien gehen oder seinen Sohn Vincenzo dahin schicken. Er verlangt als Belohnung „una Croce di S. Jago" und ein Jahrgehalt von 4000 Scudi; eine geringe Summe, sagt er, da man ihm anfangs im Hause des Cardinals Borgia zu 6000 Ducaten Renten Hoffnung gemacht.

Auf die Entdeckung der Nebenplaneten des Jupiter folgte bald die Beobachtung der sogenannten Dreigestaltung des Saturn, planeta tergeminus. Schon im November 1610 meldete Galilei an Kepler, daß „der Saturn aus drei Sternen bestehe, die sich gegenseitig berühren." In dieser Beobachtung lag der Keim zur Entdeckung des Saturnringes. Hevelius beschrieb (1656) das Veränderliche dieser Gestaltung, die ungleiche Oeffnung der Ansen (Henkel) und ihr zuweilen eintreffendes gänzliches Verschwinden. Das Verdienst alle Erscheinungen des einigen Saturnringes wissenschaftlich erklärt zu haben gehört aber (1655) dem scharfsinnigen Huygens, der nach der mißtrauischen Sitte der Zeit seine Entdeckung, wie Galilei, in ein Anagramm und zwar von 88 Buchstaben einhüllte. Erst De-

---

*) Es sollte heißen 73 Jahre, denn das Verbot des copernicanischen Systems durch die Congregation des Index war vom 5. März 1616.

†) Frhr. von Breitschwert, Kepler's Leben S. 36.

‡) Sir John Herschel, Astron. § 465.

‖) Galilei, Opere T. II. (Longitudine per via de' Pianeti Medicei) p. 435–506; Nelli, Vita Vol. II. p. 656–688; Venturi, Memorie e Lettere di G. Galilei P. I. p. 177. Schon 1612, also kaum zwei Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten, rühmte sich Galilei, wohl etwas voreilig, die Tafeln dieser Nebenplaneten „mit der Sicherheit einer Zeitminute" vollendet zu haben. Eine lange diplomatische Correspondenz begann, ohne zum Ziel zu führen, mit dem spanischen Gesandten 1616, mit dem holländischen 1636. Die Fernröhre sollten 40- bis 50malige Vergrößerung haben. Um die Satelliten auf dem schwankenden Schiffe leichter zu finden und besser (wie er wähnte) im Felde zu behalten, erfand er 1617 (Nelli Vol. II. p. 663) das Binocular-Telescop, das gewöhnlich dem in optischen Dingen sehr erfahrenen und nach Fernröhren mit 4000maliger Vergrößerung strebenden Capuziner Schyrleus de Rheita zugeschrieben wird. Galilei machte Versuche mit seinem binoculo (auch von ihm celatone oder testiera genannt) im Hafen von Livorno bei heftigem, das Schiff stark bewegendem Winde. Auch hier er im Arsenal zu Pisa an einer Vorrichtung arbeiten, in welcher der Beobachter der Trabanten dadurch „vor allen Schwankungen geschützt werden sollte, daß er in einer Art Kahn säße, der in einem anderen, mit Wasser oder Oel gefüllten Kahne frei schwämme. (Lettera al Padre Benedetto Castelli de 22' Marzo 1617, Nelli, Vita Vol. I. p. 281; Galilei, Opere T. II. p. 473, Lettera a Lorenzo Realio del 5 Giugno 1637.) Sehr merkwürdig ist der Beweis der Vorzüge, welche Galilei (Opere T. II. p. 454) seiner Methode im Seedienste vor der Methode der Monddistanzen von Morin zuschreibt.

in seiner einfachen Größe; aber das Spiel und der Zusammenhang der inneren, treibenden und erhaltenden Kräfte wurden erst von Isaac Newton enthüllt. Wie man oft schon in der Geschichte der allmäligen Entwickelung des menschlichen Wissens bemerkt hat, daß wichtige, aber scheinbar zufällige Entdeckungen, wie das Auftreten großer Geister, sich in einen kurzen Zeitraum zusammendrängen; so sehen wir diese Erscheinung auf die auffallendste Weise in dem ersten Decennium des 17ten Jahrhunderts wiederholt. Tycho, der Gründer der neueren messenden Astronomie, Kepler, Galilei und Bacon von Verulam sind Zeitgenossen. Alle, außer Tycho, haben in reifen Jahren noch die Arbeiten von Descartes und Fermat erlebt. Die Grundzüge von Bacon's Instauratio Magna erschienen in englischer Sprache schon 1605, fünfzehn Jahre vor dem Novum Organon. Die Erfindung des Fernrohrs und die größten Entdeckungen der physischen Astronomie (Jupiterstrabanten, Sonnenflecken, Phasen der Venus, Wundergestalt des Saturn) fallen zwischen die Jahre 1609 und 1612. Keplers Speculationen über die elliptische*) Marsbahn beginnen 1601 und geben Anlaß zu der acht Jahre darauf vollendeten Astronomia nova seu Physica coelestis. „Durch das Studium der Bahn des Planeten Mars," schreibt Kepler, „müssen wir zu den Geheimnissen der Astronomie gelangen oder wir bleiben in derselben auf immer unwissend. Es ist mir durch hartnäckig fortgesetzte Arbeit gelungen die Ungleichheiten der Bewegung des Mars Einem Naturgesetz zu unterwerfen." Die Verallgemeinerung desselben Gedankens hat Kepler zu den großen Wahrheiten und kosmischen Ahndungen geführt, die der phantasiereiche Mann zehn Jahre später in seiner Weltharmonie (Harmonices Mundi libri quinque) dargelegt. „Ich glaube," sagt Kepler schön in einem Briefe an den dänischen Astronomen Longomontanus, „daß Astronomie und Physik so genau mit einander verknüpft sind, daß keine ohne die andere vervollkommnet werden kann." Auch erschienen die Früchte seiner Arbeiten über die Structur des Auges und die Theorie des Sehens 1604 in den Paralipomenen zum Vitellion, die Dioptrik†) selbst schon 1611. So verbreitete sich das Wissen über die wichtigsten Gegenstände der Erscheinungswelt in den himmlischen Räumen wie über die Art, durch Erfindung neuer Organe, diese Gegenstände zu erfassen, in dem kurzen Zeitraume der ersten 10 bis 12 Jahre eines mit Galilei und Kepler anbrechenden, mit Newton und Leibnitz endenden Jahrhunderts.

Die zufällige Erfindung der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre wurde zuerst in Holland, wahrscheinlich schon in den letzten Monaten des Jahres 1608, bekannt. Nach den neuesten archivarischen Untersuchungen ‡) können Ansprüche auf diese große Erfindung

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. II. p. 781.

†) S. Sir David Brewster's Urtheil über Kepler's optische Arbeiten in the Martyrs of Science 1846 p. 179–182 (vergl. Wilde, Gesch. der Optik 1838 Th. I. S. 182–210). Wenn das Gesetz der Brechung der Lichtstrahlen dem Leidener Professor Willebrord Snellius (1626) gehört, der es in seinen Papieren vergraben hinterließ, so ist dagegen die Publication des Gesetzes zuerst einer trigonometrischen Form zuerst durch Descartes geschehen. S. Brewster im North-British Review Vol. VII p. 207; Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 227.

‡) Vergl. zwei vortreffliche Abhandlungen über die Erfindung des Fernrohrs von Prof. Moll aus Utrecht in Journal of the Royal Institution 1831 Vol. I. p. 209 und von Wilde zu Berlin in seiner Geschichte der Optik 1838 Th. I. S. 138–172. Das in holländischer Sprache abgefaßte Werk von Moll führt den Titel: Godsdienstig Onderzoek naar de eerste Uitvinders der Vernkykers, uit de Aantekeningen van wyle Mr. Hoogl. van Swinden zamengesteld door G. Moll. Amsterdam 1831.) Olbers hat einen Auszug aus dieser interessanten Schrift mitgetheilt in Schumacher's Jahrbuch für 1843 S. 56–65. Die ersten Instrumente welche Jansen dem Prinzen Moriz von Nassau und dem Erzherzog Albert lieferte (letzterer schenkte das seinige an Cornelius Drebbel), waren, wie aus dem Briefe des Gesandten Borel erhellt, der als Kind oft in des Brillenmachers Jansen Hause gewesen war und die Instrumente später im Laden sah, Microscope von 18 Zoll Länge, „durch welche kleine Gegenstände, wenn man von oben hineinsah, wunderbar vergrößert wurden." Die Verwechselung der Microscope und Telescope verdunkelt die Geschichte der Erfindungen beider Werkzeuge. Der eben erwähnte Brief von Borel aus Paris 1655) macht es, trotz der Autorität von Tiraboschi, unwahrscheinlich, daß die erste Erfindung des zusammengesetzten Microscops Galilei gehöre. Vergl. über diese dunkle Geschichte optischer Erfindungen Vincenzio Antinori in den Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento 1841 p. 22–26. Huygens, dessen Geburtsjahr kaum 25 Jahre nach der muthmaßlichen Erfindungsepoche des Fernrohrs fällt, wagt schon nicht mit Gewißheit über den Namen des ersten Erfinders zu entscheiden (Opera reliqua 1728 Vol. II. p. 125.) Nach den archivarischen Forschungen von van Swinden und Moll besaß nicht nur Lippershey schon den 2. Oct. 1608 von ihm selbst angefertigte Fernröhre, sondern der französische Gesandte im Haag, Präsident Jeannin, schrieb auch schon den 28. Dec. desselben Jahres an Sully: „daß er mit dem Middelburger Brillen-

nenflecken für intenſiver hielt als das des Vollmondes oder der Luft nahe um die Sonnenſcheibe*). Phantaſien über die mehrfachen Luft-, Wolken- und Lichthüllen, welche den (ſchwarzen) erdhaften Kern der Sonne umgeben, finden ſich ſchon in den Schriften des Cardinals Nicolaus Cuſa aus der Mitte des 15ten Jahrhunderts †).

Um den Cyclus der bewundernswürdigen Entdeckungen zu ſchließen, welcher kaum ein Jahre umfaßt und in welchem des großen, unſterblichen Florentiners Name vorleuchtet, muß ich noch der Lichtgeſtalten der Venus erwähnen. Schon im Februar 1610 ſah Galilei den Planeten ſichelförmig, und verbarg (11. Dec. 1610), nach einer Sitte, deren wir bereits oben erwähnt, die wichtige Entdeckung in ein Anagramm, deſſen Kepler in der Vorrede zu ſeiner Dioptrik gedenkt. Auch von der wechſelnden Lichtgeſtalt des Mars glaubt er etwas trotz der ſchwachen Vergrößerung ſeiner Fernröhre zu erkennen, wie er in einem Briefe an Benedetto Caſtelli (30. Dec. 1610) ſagt. Die Entdeckung der mondartigen Sichelgeſtalt der Venus war der Triumph des copernicaniſchen Syſtems. Dem Urheber dieſes Syſtems konnte gewiß die Nothwendigkeit der Exiſtenz der Phaſen nicht entgehen; er discutirt umſtändlich in dem 10ten Capitel des erſten Buches die Zweifel, welche in Hinſicht der Lichtgeſtalten die neueren Anhänger platoniſcher Meinungen gegen den ptolemäiſchen Weltbau erheben. Bei der Entwickelung ſeines eigenen Syſtems ſpricht er ſich aber nicht beſonders über Phaſen der Venus aus, wie Thomas Smith es in ſeiner Opt[ik] behauptet.

Die Erweiterung des kosmiſchen Wiſſens, deren Schilderung leider! nicht ganz von dem unheimlichen Hader über Prioritätsrecht der Entdeckungen zu trennen iſt, fanden, wo alles, was die phyſiſche Aſtronomie berührt, einen um ſo allgemeineren Anklang, als die Erfindung der Fernröhre (1608) in eine Zeit fiel, in welcher, 36, 8 und 4 Jahre zuvor, große Himmelsbegebenheiten (das plötzliche Erſcheinen und Verlöſchen dreier neuer Sterne, in der Caſſiopea 1572, im Schwan 1600 und am Fuß des Ophiuchus 1604) das Zuſammenlaufen von erſtaunten Volksmaſſen erregt hatten. Alle dieſe Sterne waren heller als Sterne erſter Größe, und der von Kepler beobachtete im Schwan blieb 21 Jahre leuchtend am Himmelsgewölbe, die ganze Periode der Galilei'ſchen Entdeckungen hindurch. Drei und ein halbes Jahrhundert ſind nun faſt verfloſſen, und kein neuer Stern erſter oder zweiter Größe iſt ſeitdem erſchienen; denn die merkwürdige Himmelsbegebenheit, deren Zeuge Sir John Herſchel (1837) in der ſüdlichen Halbkugel ‡) war, iſt die übergroße Zunahme der Licht-Intenſität eines längſt geſehenen Sternes zweiter Größe (γ Argus), den man bisher nicht als veränderlich gekannt. Wie mächtig das Erſcheinen neuer Sterne zwiſchen 1572 und 1604 die Neugierde gefeſſelt, den Antheil an aſtronomiſchen Entdeckungen vermehrt, ja zu phantaſiereichen Combinationen angeregt hat: lehren Kepler's Schriften, lehrt alles, was wir erfahren, wenn dem bloßen Auge ſichtbare Cometen auftreten. Auch irdiſche Naturbegebenheiten, wie Erdbeben in Gegenden, wo dieſelben ſehr ſelten geſpürt worden ſind, Ausbrüche lang ruhender Vulkane, das Geräuſch der Aërolithen, die unſere Atmoſphäre durchſtreichen und ſich in derſelben erhitzen: beleben auf eine gewiſſe Zeit von neuem das Intereſſe für Probleme, die dem Volke noch ungelöſter als den dogmatiſirenden Phyſikern erſcheinen.

Wenn ich in dieſen Betrachtungen über den Einfluß der unmittelbaren Sinnesanſchauung Kepler vorzugsweiſe genannt habe, ſo war es, um daran zu erinnern, wie ſich in dieſem großen, herrlich begabten und wunderbaren Manne jener Hang zu phantaſiereichen Combinationen mit einem ausgezeichneten Beobachtungstalente und einer ernſten, ſtrengen Inductionsmethode, mit einer muthigen, faſt beiſpielloſen Beharrlichkeit im Rechnen,

*) S. geiſtreiche Betrachtungen Arago's über dieſen Gegenſtand im Annuaire pour l'an 1842 p. 481–488. (Der Verſuche mit dem Drummond'ſchen auf die Sonnenſcheibe projicirten Lichte erwähnt Sir John Herſchel in der Astron. § 334.

†) Giordano Bruno und Nic. von Cuſa (deutſch von J. Clemens 1847 S. 101. — Ueber die Lichtgeſtalten der Venus ſ. Galilei, Opera T. II. p. 53 und Nelli, Vita Vol. I. p. 213–215.

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

n mathematischen Tiefsinne vereinigt fand, der, in der Stereometria doliorum offen-
auf Fermat und durch diesen auf die Erfindung der Rechnung des Unendlichen
glücklichen Einfluß ausgeübt hat*). Ein solcher Geist†) war recht vorzugsweise vor
dazu geeignet, durch den Reichthum und die Beweglichkeit seiner Ideen, ja durch die
zuisse cosmologischer Ahndungen Leben um sich her zu verbreiten, die Bewegung zu
ehren, welche das siebzehnte Jahrhundert unaufhaltsam seinem erhabenen Ziele er-
erter Weltanschauung zuführte.

ie vielen dem Auge sichtbaren Cometen von 1577 an bis zu der Erscheinung des Hal-
chen Cometen 1607 (acht an der Zahl) und das bereits oben erwähnte Erscheinen von
neuen Sternen fast in derselben Periode regten zu Speculationen über die Entstehung
r Weltkörper aus einem die Himmelsräume füllenden kosmischen Nebel und
tdunste an. Kepler glaubte, wie Tycho, daß die neuen Sterne sich aus diesem Welt-
te zusammengeballt und daß sie sich in ihn wieder auflosen‡). Auch die Cometen, de-
er, vor der thatsächlichen Ergründung der elliptischen Bahn der Planeten, eine gerad-
ge, nicht in sich wiederkehrende und geschlossene Bahn zuschrieb, ließ er (1608) in sei-
neuen und seltsamen Discurse über die Haarsterne „aus himmlischer Luft" entstehen.
etzte sogar nach uralten Phantasien über die mutterlose Erzeugung hinzu: daß Co-
n entstehen, „wie aus jeder Erde ein Kraut auch ohne Saamen wachse und wie aus
Salzwasser Fische durch generatio spontanea erzeugt werden."

Glücklicher in anderen kosmischen Ahndungen, wagte Kepler folgende Sätze aufzu-
n: alle Fixsterne sind Sonnen wie die unsrige, von Planetensystemen umgeben; unsere
ne ist in eine Atmosphäre gehüllt, die sich als eine weiße Lichtkrone in den totalen
nenfinsternissen offenbart; unsere Sonne liegt in der großen Welteninsel so, daß sie
Centrum des zusammengedrängten Sternenringes der Milchstraße‖) bildet; sie selbst,
n Flecken damals noch nicht entdeckt waren, alle Planeten und alle Fixsterne haben
Rotation um ihre Achsen; um Saturn (und um Mars) wird man Trabanten, wie
von Galilei um den Jupiter aufgefundenen, entdecken; in dem viel zu großen Abstand¶)
chen Mars und Jupiter, wo wir jetzt 7 Asteroiden kennen, (wie zwischen Venus und
kur) bewegen sich, ihrer Kleinheit wegen dem bloßen Auge unsichtbare Planeten. Ahn-
gsvolle Aussprüche dieser Art, ein glückliches Errathen von dem, was großentheils
er aufgefunden wurde, erregten ein allgemeines Interesse: während daß keiner von
ler's Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, der Entdeckung der drei Gesetze
gerechtem Ruhme erwähnt, welche seit Newton und der Erscheinung der Gravitations-

---

Laplace sagt von Kepler's Theorie der Aus-
sung der Fässer (Stereometria doliorum 1615),
de wie die Sandrechnung des Archimedes über
geringen Gegenstand erhabene Ideen entwickelt":
ler présente dans cet ouvrage des vues sur l'in-
qui ont influé sur la révolution que la Géomé-
a éprouvée à la fin du 17me siècle; et Fermat,
l'on doit regarder comme le véritable inventeur
alcul différentiel, a fondé sur elles sa belle mé-
de maximis et minimis. (Précis de l'hist. de
tronomie 1821 p. 95.) Ueber den geometrischen
ffsinn, welchen Kepler in den fünf Büchern seiner
ltharmonie offenbart, s. Chasles, Aperçu
des Méthodes en Géométrie 1837 p. 482–487.
Sir David Brewster sagt sehr schön in dem
unt of Kepler's Method of investigating Truth:
e influence of imagination as an instrument of
arch has been much overlooked by those who
ventured to give laws to philosophy. This fa-
y is of greatest value in physical inquiries. If
se it as a guide and confide in its indications,
ll infallibly deceive us; but if we employ it as
uxiliary, it will afford us the most invaluable
" (Martyrs of Science p. 215.)
Arago im Annuaire 1842 p. 434 (De la transformation des Nébuleuses et de la matière diffuse en étoiles). Vergl. Kosmos Buch I. S. 71 u. 76.

‖) Vergl. die Ideen von Sir John Herschel über die Lage unseres Planetensystems im Kosmos Buch I. S. 75 Anm. ‡) u. ‖); auch Struve, Études d'Astronomie stellaire 1847 p. 4.

¶) Apelt sagt (Epochen der Geschichte der Menschheit Bd. I. 1845 S. 223): „Das merkwürdige Gesetz der Abstände, das gewöhnlich den Namen von Bode (oder von Titius) führt, ist die Entdeckung Kepler's, der es zuerst durch vieljährigen anhaltenden Fleiß aus den Beobachtungen des Tycho de Brahe herausrechnete." S. Harmonices Mundi libri quinque cap. 3. Vergl. auch Cournot in seinen Zusätzen zu Sir John Herschel, Traité d'Astronomie 1834 § 434 p. 324 und Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1813 S. 225 (Gesetz der Abstände in den Nebenplaneten). Die Stellen des Plato, des Plinius, des Censorinus und des Achilles Tatius in den Prolegomenen zum Aratus sind sorgfältig gesammelt in Fries, Geschichte der Philosophie Bd. I. 1837 S. 146–150; in Martin, Études sur le Timée T. II. p. 38; in Brandis, Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 364.

nenflecken für intensiver hielt als das des Vollmondes oder der Luft nahe um die Sonnenscheibe*). Phantasien über die mehrfachen Luft-, Wolken- und Lichthüllen, welche den (schwarzen) erdhaften Kern der Sonne umgeben, finden sich schon in den Schriften des Cardinals Nicolaus Cusa aus der Mitte des 15ten Jahrhunderts †).

Um den Cyclus der bewundernswürdigen Entdeckungen zu schließen, welcher kaum zwei Jahre umfaßt und in welchem des großen, unsterblichen Florentiners Name verewigt, muß ich noch der Lichtgestalten der Venus erwähnen. Schon im Februar 1610 sah Galilei den Planeten sichelförmig, und verbarg (11. Dec. 1610), nach einer Sitte, deren wir bereits oben erwähnt, die wichtige Entdeckung in ein Anagramm, dessen Kepler in der Vorrede zu seiner Dioptrik gedenkt. Auch von der wechselnden Lichtgestalt des Mars glaubte er etwas trotz der schwachen Vergrößerung seiner Fernröhre zu erkennen, wie er in einem Briefe an Benedetto Castelli (30. Dec. 1610) sagt. Die Entdeckung der mondartigen Sichelgestalt der Venus war der Triumph des copernicanischen Systems. Dem Urheber dieses Systems konnte gewiß die Nothwendigkeit der Existenz der Phasen nicht entgehen; er discutirt umständlich in dem 10ten Capitel des ersten Buches die Zweifel, welche in Hinsicht der Lichtgestalten die neueren Anhänger platonischer Meinungen gegen den ptolemäischen Weltbau erheben. Bei der Entwickelung seines eigenen Systems spricht er sich aber nicht besonders über Phasen der Venus aus, wie Thomas Smith es in seiner Oratio behauptet.

Die Erweiterung des kosmischen Wissens, deren Schilderung leider! nicht ganz von dem unheimlichen Hader über Prioritätsrecht der Entdeckungen zu trennen ist, fanden, wie alles, was die physische Astronomie berührt, einen um so allgemeineren Anklang, als die Erfindung der Fernröhre (1608) in eine Zeit fiel, in welcher, 36, 8 und 4 Jahre zuvor, große Himmelsbegebenheiten (das plötzliche Erscheinen und Verlöschen dreier neuer Sterne, in der Cassiopea 1572, im Schwan 1600 und am Fuß des Ophiuchus 1604) das Zusammenlaufen von erstaunten Volksmassen erregt hatten. Alle diese Sterne waren heller als Sterne erster Größe, und der von Kepler beobachtete im Schwan blieb 21 Jahre leuchtend am Himmelsgewölbe, die ganze Periode der Galilei'schen Entdeckungen hindurch. Drei und ein halbes Jahrhundert sind nun fast verflossen, und kein neuer Stern erster oder zweiter Größe ist seitdem erschienen; denn die merkwürdige Himmelsbegebenheit, deren Zeuge Sir John Herschel (1837) in der südlichen Halbkugel ‡) war, ist die übergroße Zunahme der Licht-Intensität eines längst gesehenen Sternes zweiter Größe (η Argus), den man bisher nicht als veränderlich gekannt. Wie mächtig das Erscheinen neuer Sterne zwischen 1572 und 1604 die Neugierde gefesselt, den Antheil an astronomischen Entdeckungen vermehrt, ja zu phantasiereichen Combinationen angeregt hat: lehren Kepler's Schriften, lehrt alles, was wir erfahren, wenn dem bloßen Auge sichtbare Cometen auftreten. Auch irdische Naturbegebenheiten, wie Erdbeben in Gegenden, wo dieselben sehr selten verspürt worden sind, Ausbrüche lang ruhender Vulkane, das Geräusch der Aerolithen, die unsere Atmosphäre durchstreichen und sich in derselben erhitzen: beleben auf eine gewisse Zeit von neuem das Interesse für Probleme, die dem Volke noch ungelöster als den dogmatisirenden Physikern erscheinen.

Wenn ich in diesen Betrachtungen über den Einfluß der unmittelbaren Sinnesanschauung Kepler vorzugsweise genannt habe, so war es, um daran zu erinnern, wie sich in diesem großen, herrlich begabten und wunderbaren Manne jener Hang zu phantasiereichen Combinationen mit einem ausgezeichneten Beobachtungstalente und einer ernsten, strengen Inductionsmethode, mit einer muthigen, fast beispiellosen Beharrlichkeit im Rechnen, mit

*) S. geistreiche Betrachtungen Arago's über diesen Gegenstand im Annuaire pour l'an 1842 p. 481–488. (Der Versuche mit dem Drummond'schen auf die Sonnenscheibe projicirten Lichte erwähnt Sir John Herschel *in der Astron.* § 334.

†) Giordano Bruno und Nic. von Cusa ausgezogen von J. Clemens 1847 S. 101. — Ueber die Lichtgestalten der Venus s. Galilei, Opere T. II. p. 53 und Nelli, Vita Vol. I. p. 213–215.

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

inicus Caſſini ſah den ſchwarzen Streifen am Ringe und erkannte (1684), daß er ſich wenigſtens) in zwei concentriſche Ringe theile. Ich faſſe zuſammen, was Ein Jahrhundert über die wunderbarſte, ungeahndetſte aller Geſtaltungen in den himmliſchen Räumen gelehrt hat, über eine Geſtaltung, die auf ſcharfſinnige Vermuthungen über die urſprüngliche Bildung von Neben- und Hauptplaneten hat leiten können.

Die Sonnenflecken ſind zuerſt durch Fernröhre von Johann Fabricius, dem Oſtfrieſen, und von Galilei (man behauptet, zu Padua oder Venedig) beobachtet worden; in der Veröffentlichung der Entdeckung iſt unbeſtreitbar Fabricius (Junius 1611) dem Galilei (erſter Brief an den Bürgermeiſter Marcus Welſer vom 4. Mai 1612) um ein Jahr vorgekommen. Die erſten Beobachtungen des Fabricius ſind nach Arago's ſorgfältiger Unterſuchung*) vom März 1611, nach Sir David Brewſter ſogar von dem Ende des Jahres 1610, wenn Chriſtoph Scheiner die ſeinigen ſelbſt nur bis April 1611 zurückführt und wahrſcheinlich ſich erſt im October deſſelben Jahres ernſthaft mit den Sonnenflecken beſchäftigte. Ueber Galilei beſitzen wir nur ſehr dunkle und von einander abweichende Angaben. Wahrſcheinlich erkannte er die Sonnenflecken im April 1611; denn er zeigte ſie öffentlich zu Rom im Garten des Cardinals Bandini am Quirinal im April und Mai deſſelben Jahres. Harriot, welchem Baron Zach die Entdeckung der Sonnenflecken (am 16. Januar 1610!) zuſchreibt, ſah allerdings ſchon drei derſelben den 8. Dec. 1610 und bildete ihre Lage in einem Regiſter der Beobachtungen ab; er wußte aber nicht, daß er Sonnenflecken geſehen, ſo wenig als Flamſtead am 23. Dec. 1690 oder Tobias Mayer am 25. Sept. 1756 den Uranus als Planeten erkannten, als er durch ihr Fernrohr ging. Harriot erkennt die Sonnenflecken erſt den 1. Dec. 1611, alſo 5 Monate nachdem Fabricius die Entdeckung veröffentlicht hatte. Galilei bemerkt ſchon, daß die Sonnenflecken, „von denen viele größer als das mittelländiſche Meer, ja als Afrika und Aſien ſind," eine beſtimmte Zone auf der Sonnenſcheibe einnehmen. Er ſieht bisweilen denſelben Flecken wiederkehren; er iſt überzeugt, daß ſie zu dem Sonnenkörper ſelbſt gehören. Die Unterſchiede der Dimenſionen im Centrum der Sonne und bei dem Verſchwinden am Rande feſſeln beſonders ſeine Aufmerkſamkeit; doch finde ich in dem merkwürdigen zweiten Briefe an Marcus Welſer (vom 14. Aug. 1612) nichts, das ſich auf eine beobachtende Ungleichheit des aſchfarbenen Randes zu beiden Seiten des ſchwarzen Kernes am Sonnenrande (Alexander Wilſon's ſchöne Bemerkung von 1773!) deuten ließe. Von dem Canonicus Tarde (1620) und von Malapertus (1633) wurden alle Verdunkelungen der Sonne kleinen um dieſelbe circulirenden lichtraubenden Weltkörpern zugeſchrieben, den bourboniſchen und öſterreichiſchen †) Geſtirnen (Borbonia und Austriaca Sidera). Fabricius erkannte, wie Galilei, daß die Flecken dem Sonnenkörper ‡) ſelbſt angehören; auch er ſah früher geſehene verſchwinden und dann wiederkehren; ſolche Erſcheinungen lehrten ihn die Rotation der Sonne, die Kepler ſchon vor Entdeckung der Sonnenflecken geahndet hat. Die genaueſten Beſtimmungen (1630) der Rotationsdauer ſind aber von dem fleißigen Scheiner. Wenn in der neueſten Zeit das ſtärkſte Licht, welches die Menſchen bisher hervorgebracht, das Drummond'ſche Erglühen des Kalkes, auf die Sonnenſcheibe projicirt, tintenartig ſchwarz erſchienen iſt; ſo darf es nicht Wunder nehmen, daß Galilei, der zweifelsohne die großen Sonnenfackeln zuerſt beſchrieben hat, das Licht des Kernes der Son-

*) Arago im Annuaire für 1842 p. 460–476 (Découvertes des taches Solaires et de la rotation du Soleil). Brewſter (Martyrs of Science p. 36 und 39) ſetzt die erſte Beobachtung Galilei's in den Oct. bis Nov. 1610. Vergl. Nelli Vita Vol. I. p. 324–344; Galilei, Opere T. I. p. LIX, T. II. p. 85–89, T. IV. p. 53. Ueber Harriot's Beobachtungen ſ. Lalande p. 32 und 38. Dem Jeſuiten Scheiner, der von Graz nach Rom berufen wurde, hat man Schuld gegeben, daß er, um ſich wegen des literariſchen Streits über die Entdeckung der Sonnenflecken an Galilei zu rächen, dem Papſt Urban VIII. durch einen anderen Jeſuiten, Graſſi, habe einflüſtern laſſen, er, der Papſt, ſei in den berühmten Dialoghi delle Scienze Nuove in der Perſon des albern unwiſſenden Simplicio aufgeführt. (Nelli, Vol. II. p. 515.)

†) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 690.

‡) In Galilei's Briefe an den Principe Ceſi (25. Mai 1612) iſt dieſelbe Meinung ausgedrückt; Venturi P. I. p. 172.

Theorie Kepler's Namen auf ewig verherrlichen *). Kosmische Betrachtungen, selbst die, welche nicht auf Beobachtungen, sondern auf schwache Analogien gegründet sind, fesselten damals, wie oft noch jetzt, die Aufmerksamkeit mehr als die wichtigsten Ergebnisse der rechnenden Astronomie.

Nachdem ich die wichtigen Entdeckungen geschildert, die in einem so kleinen Cyclus von Jahren die Kenntniß der Welträume erweitert haben, muß ich noch der Fortschritte in der physischen Astronomie gedenken, durch welche sich die zweite Hälfte des großen Jahrhunderts auszeichnet. Die Vervollkommnung der Fernröhre veranlaßte die Auffindung der Saturnstrabanten. Huygens entdeckte zuerst (25. März 1655) den sechsten durch ein von ihm selbst geschliffenes Objectiv, 45 Jahre nach der Entdeckung der Jupitertrabanten. Nach dem Vorurtheil, welches er mit mehreren Astronomen seiner Zeit theilte, daß die Zahl der Nebenplaneten die der Hauptplaneten nicht übertreffen könne †), bemühte er sich nicht, andere Saturnsmonde zu entdecken. Vier derselben, Sidera Lodovicea, d. i. den 3ten äußersten, mit großer Lichtabwechselung (1671), den 5ten (1672), den 4ten und 3ten, durch Campani'sche Objective von 100—136 Fuß Focallänge (1684), fand Dominicus Cassini; die zwei innersten, den 1sten und 2ten, mehr als ein Jahrhundert später (1788 und 1789) durch sein Riesenteleskop Wilhelm Herschel. Der letztgenannte Saturnsmond bietet die merkwürdige Erscheinung eines Umlaufs um den Hauptplaneten von weniger als einem Tage dar.

Bald nach Huygens Entdeckung eines Saturnstrabanten beobachtete Childrey (1658—1661) das Thierkreislicht, dessen räumliche Verhältnisse aber erst Dominicus Cassini (1683) bestimmt hat. Der letztere hielt dasselbe nicht für einen Theil der Sonnen-Atmosphäre, sondern wie Schubert, Laplace und Poisson für einen abgesondert kreisenden Nebelring ‡). Nächst der erwiesenen Existenz von Nebenplaneten und von dem freien und dazu concentrisch getheilten Saturnsringe gehört unstreitig die muthmaßliche, wahrscheinliche Existenz des dunstartigen Thierkreisringes zu den großartigen Erweiterungen der Ansicht des früher so einfach scheinenden Planetensystems. In unsern Tagen haben die in einander geschlungenen Bahnen der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, die inneren Cometen, deren ersten Ende als solchen erwiesen, und die an bestimmte Tage geknüpften Sternschnuppenschwärme (wenn man sie anders als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende kosmische Massen betrachten darf) jene Weltansichten wie mit neuen Objecten der Betrachtung in wundersamer Mannigfaltigkeit bereichert.

Auch die Ideen über den Inhalt der Welträume jenseits des äußersten Planetenkreises und jenseits aller Cometenbahnen, über die Vertheilung der Materie (des Geschaffenen, wie man das Seiende und Werdende zu nennen pflegt) wurden in dem Zeitalter von Kepler und Galilei großartig erweitert. In derselben Periode, in welcher (1572—1604) drei neue Sterne erster Größe in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger aufloderten, bemerkten David Fabricius, Pfarrer zu Ostell in Ostfriesland (Vater des Entdeckers der Sonnenflecken), (1596) und Johann Bayer zu Augsburg (1603) am Halse des Wallfisches einen wieder verschwindenden Stern, dessen veränderlichen Lichtwechsel aber, wie Arago in einer für die Geschichte astronomischer Entdeckungen wichtigen Abhandlung ||) gezeigt hat, erst Johann Phocylides Holwarda, Pro-

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 360.

†) Arago im Annuaire für 1842 p. 560–564 (Kosmos Buch I. S. 46).

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 67, 71, 70 Anm. †).

||) Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 312–353 (Étoiles changeantes ou périodiques). Noch im 17ten Jahrhundert wurden als veränderlich erkannt außer Mira Ceti (Holwarda 1638), α Hydrae (Montanari 1672), β Persei oder Algol, und χ Cygni (Kirch 1686). — Ueber das, was Galilei Nebelflecke nennt, s. dessen Opere T. II. p. 15 und Nelli, Vita Vol. II. p. 208. Huygens bezeichnet im Systema Saturninum den Nebel im Schwerdt des Orion auf das deutlichste, indem er im allgemeinen von den Nebelflecken sagt: „cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam reliquae nebulosae *olim existimatae* atque ipsa via lac-

feſſor in Faneker, (1638 und 1639) erkannt hat. Das Phänomen zeigte ſich nicht iſolirt. Noch in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts wurden periodiſch veränderliche Sterne im Meduſenhaupte, in der Waſſerſchlange und im Schwane entdeckt. Wie genaue Beobachtungen des Lichtwechſels des Algol unmittelbar zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Lichts dieſes Sternes führen können, iſt in der eben angeführten Abhandlung von 1842 mit vielem Scharfſinn gezeigt worden.

Der Gebrauch des Fernrohrs reizte nun auch zu der ernſteren Beobachtung einer Claſſe von Erſcheinungen, von denen einige wenige auch dem unbewaffneten Auge nicht entgehen konnten. Simon Marius beſchrieb (1612) den Nebelfleck der Andromeda, Huygens entwarf (1656) das Bild von dem am Schwert des Orion. Beide Nebel konnten als Typen dienen von einer verſchiedenartig, mehr oder weniger fortgeſchrittenen, Verdichtung der dunſtförmigen kosmiſchen Materie. Indem Marius den Nebelfleck der Andromeda mit „einem Kerzenlichte" vergleicht, „das man durch einen halb durchſichtigen Körper betrachtet," bezeichnet er durch Vergleichung ſehr paſſend den Unterſchied zwiſchen den Nebelflecken überhaupt und den von Galilei unterſuchten Sternhaufen und Sternſchwärmen, den Plejaden und der Krippe im Krebſe. Schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts hatten ſpaniſche und portugieſiſche Seefahrer, ohne den Vortheil des teleſcopiſchen Sehens, die beiden Magellaniſchen um den Südpol kreiſenden Lichtwolken bewundert, deren eine, wie ſchon oben bemerkt, der weiße Fleck oder Ochſe des perſiſchen Aſtronomen Abdurrahman Sufi (aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts) iſt. Galilei gebraucht im Nuncius Sidereus die Benennungen Stellae nebulosae und Nebulosae eigentlich für Sternſchwärme, die (wie er ſich ausdrückt) als areolae sparsim per aethera subfulgent. Da er den, dem bloßen Auge ſichtbaren, aber für die ſtärkſten Vergrößerungen bisher ſternloſen Nebelfleck der Andromeda keiner beſonderen Aufmerkſamkeit gewürdigt hat, ſo hält er allen Schein des Nebels, alle ſeine Nebulosae, wie die Milchſtraße ſelbſt, für Lichtmaſſen ſehr zuſammengedrängter Sterne. Er unterſcheidet nicht Nebel und Stern, wie Huygens im Nebelfleck des Orion thut. Das ſind die ſchwachen Anfänge der großen Arbeiten über die Nebelflecke, welche die erſten Aſtronomen unſerer Zeit in beiden Hemiſphären rühmlichſt beſchäftigt haben.

Wenn auch das ſiebzehnte Jahrhundert in ſeinem Anfang der plötzlichen Erweiterung der Kenntniß der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an ſeinem Ende den Fortſchritten des reinen mathematiſchen Wiſſens durch Newton und Leibnitz ſeinen Hauptglanz verdankt, ſo hat doch zugleich auch der größte Theil der phyſikaliſchen Probleme, welche uns gegenwärtig beſchäftigen, in jenem Jahrhundert eine wohlthätige und befruchtende Pflege erfahren. Um der Geſchichte der Weltanſchauung nichts von ihrem eigenthümlichen Charakter zu rauben, beſchränke ich mich, nur die Arbeiten zu erwähnen, welche unmittelbar einen weſentlichen Einfluß auf allgemeine, d. h. kosmiſche Naturanſichten ausgeübt haben. Für die Proceſſe des Lichts, der Wärme und des Magnetismus nennen wir zuerſt Huygens, Galilei und Gilbert. Als Huygens mit der doppelten Brechung des Lichts im isländiſchen Kryſtall, d. h. mit der Zerſpaltung in zwei Lichtſtrahlen, beſchäftigt war, entdeckte er (1678) auch die Art der Polariſation des Lichtes, welche ſeinen Namen führt. Der Entdeckung dieſer vereinzelten Erſcheinung, welche erſt 1690, alſo fünf Jahre vor ſeinem Tode, veröffentlicht wurde, ſind die großen Entdeckungen von Malus, Arago und Fresnel, von Brewſter*) und Biot erſt nach mehr als einem Jahrhunderte gefolgt! Malus fand (1808) die Polariſation durch Zurückwerfung

---

tes perspicillis inspectae *nullas nebulas* habere comperiuntur, *neque aliud esse* quam plurium stellarum congeries ex frequentia." Es geht aus dieſer Stelle hervor, daß der von Marius zuerſt beſchriebene Nebel in der Andromeda von Huygens (wie früher von Galilei) nicht aufmerkſam betrachtet worden war.

*) Ueber das von Brewſter aufgefundene wichtige Geſetz des Zuſammenhanges zwiſchen dem Winkel der vollſtändigen Polariſation und dem Brechungsvermögen der Körper ſ. Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1815 p. 125–159.

Theorie Kepler's Namen auf ewig verherrlichen*). Kosmische Betrachtungen, selbst die, welche nicht auf Beobachtungen, sondern auf schwache Analogien gegründet sind, fesselten damals, wie oft noch jetzt, die Aufmerksamkeit mehr als die wichtigsten Ergebnisse der rechnenden Astronomie.

Nachdem ich die wichtigen Entdeckungen geschildert, die in einem so kleinen Cyclus von Jahren die Kenntniß der Welträume erweitert haben, muß ich noch der Fortschritte in der physischen Astronomie gedenken, durch welche sich die zweite Hälfte des großen Jahrhunderts auszeichnet. Die Vervollkommnung der Fernröhre veranlaßte die Auffindung der Saturnstrabanten. Huygens entdeckte zuerst (25. März 1655) den sechsten durch ein von ihm selbst geschliffenes Objectiv, 45 Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten. Nach dem Vorurtheil, welches er mit mehreren Astronomen seiner Zeit theilte, daß die Zahl der Nebenplaneten die der Hauptplaneten nicht übertreffen könne†), bemühte er sich nicht, andere Saturnsmonde zu entdecken. Vier derselben, Sidera Lodoicea, d. i. den 7ten äußersten, mit großer Lichtabwechselung (1671), den 5ten (1672), den 4ten und 3ten, durch Campani'sche Objective von 100—136 Fuß Focallänge (1684), fand Dominicus Cassini; die zwei innersten, den 1sten und 2ten, mehr als ein Jahrhundert später (1788 und 1789) durch sein Riesenteleſcop Wilhelm Herschel. Der letztgenannte Saturnsmond bietet die merkwürdige Erscheinung eines Umlaufs um den Hauptplaneten von weniger als einem Tage dar.

Bald nach Huygens Entdeckung eines Saturnstrabanten beobachtete Childrey (1658—1661) das Thierkreislicht, dessen räumliche Verhältnisse aber erst Dominicus Cassini (1683) bestimmt hat. Der letztere hielt dasselbe nicht für einen Theil der Sonnen-Atmosphäre, sondern wie Schubert, Laplace und Poisson für einen abgesondert kreisenden Nebelring‡). Nächst der erwiesenen Existenz von Nebenplaneten und von dem freien und dazu concentrisch getheilten Saturnsringe gehört unstreitig die muthmaßliche, wahrscheinliche Existenz des dunstartigen Thierkreisringes zu den großartigsten Erweiterungen der Ansicht des früher so einfach scheinenden Planetensystems. In unseren Tagen haben die in einander geschlungenen Bahnen der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, die inneren Cometen, deren ersten Ende als solchen erwiesen, und die an bestimmte Tage geknüpften Sternschnuppenschwärme (wenn man sie anders als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende kosmische Massen betrachten darf) jene Weltansichten wie mit neuen Objecten der Betrachtung in wundersamer Mannigfaltigkeit bereichert.

Auch die Ideen über den Inhalt der Welträume jenseits des äußersten Planetenkreises und jenseits aller Cometenbahnen, über die Vertheilung der Materie (des Geschaffenen, wie man das Seiende und Werdende zu nennen pflegt) wurden in dem Zeitalter von Kepler und Galilei großartig erweitert. In derselben Periode, in welcher (1572—1604) drei neue Sterne erster Größe in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger aufloderten, bemerkten David Fabricius, Pfarrer zu Osteel in Ostfriesland (Vater des Entdeckers der Sonnenflecken), (1596) und Johann Bayer zu Augsburg (1603) am Halse des Wallfisches einen wieder verschwindenden Stern, dessen veränderlichen Lichtwechsel aber, wie Arago in einer für die Geschichte astronomischer Entdeckungen wichtigen Abhandlung‖) gezeigt hat, erst Johann Phocylides Holwarda, Pro-

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 360.

†) Arago im Annuaire für 1842 p. 560–564 (Kosmos Buch I. S. 46).

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 67, 71, 70 Anm. †).

‖) Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 312–353 (Étoiles changeantes ou périodiques). Noch im 17ten Jahrhundert wurden als veränderlich erkannt, außer Mira Ceti (Holwarda 1638), α Hydrae (Montanari 1672), β Persei oder Algol, und χ Cygni (Kirch 1686). — Ueber das, was Galilei Nebelflecke nennt, s. dessen Opere T. II. p. 15 und Nelli, Vita Vol. II. p. 208. Huygens bezeichnet im Systema Saturninum den Nebel im Schwerdt des Orion auf das deutlichste, indem er im allgemeinen von den Nebelflecken sagt: „cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam interae nebulosae *olim existimatae* atque ipsa via lac-

feſſor in Faneker, (1638 und 1639) erkannt hat. Das Phänomen zeigte ſich nicht iſolirt. Noch in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts wurden periodiſch veränderliche Sterne im Meduſenhaupte, in der Waſſerſchlange und im Schwane entdeckt. Wie genaue Beobachtungen des Lichtwechſels des Algol unmittelbar zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Lichts dieſes Sternes führen können, iſt in der eben angeführten Abhandlung von 1842 mit vielem Scharfſinn gezeigt worden.

Der Gebrauch des Fernrohrs reizte nun auch zu der ernſteren Beobachtung einer Claſſe von Erſcheinungen, von denen einige wenige auch dem unbewaffneten Auge nicht entgehen konnten. Simon Marius beſchrieb (1612) den Nebelfleck der Andromeda, Huygens entwarf (1656) das Bild von dem am Schwert des Orion. Beide Nebel konnten als Typen dienen von einer verſchiedenartig, mehr oder weniger fortgeſchrittenen, Verdichtung der dunſtförmigen kosmiſchen Materie. Indem Marius den Nebelfleck der Andromeda mit „einem Kerzenlichte" vergleicht, „das man durch einen halb durchſichtigen Körper betrachtet," bezeichnet er durch Vergleichung ſehr paſſend den Unterſchied zwiſchen den Nebelflecken überhaupt und den von Galilei unterſuchten Sternhaufen und Sternſchwärmen, den Plejaden und der Krippe im Krebſe. Schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts hatten ſpaniſche und portugieſiſche Seefahrer, ohne den Vortheil des teleſcopiſchen Sehens, die beiden Magellaniſchen um den Südpol kreiſenden Lichtwolken bewundert, deren eine, wie ſchon oben bemerkt, der weiße Fleck oder Ochſe des perſiſchen Aſtronomen Abdurrahman Sufi (aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts) iſt. Galilei gebraucht im Nuncius Sidereus die Benennungen Stellae nebulosae und Nebulosae eigentlich für Sternſchwärme, die (wie er ſich ausdrückt) als areolae sparsim per aethera subfulgent. Da er den, dem bloßen Auge ſichtbaren, aber für die ſtärkſten Vergrößerungen bisher ſternloſen Nebelfleck der Andromeda keiner beſonderen Aufmerkſamkeit gewürdigt hat, ſo hält er allen Schein des Nebels, alle ſeine Nebulosae, wie die Milchſtraße ſelbſt, für Lichtmaſſen ſehr zuſammengedrängter Sterne. Er unterſcheidet nicht Nebel und Stern, wie Huygens im Nebelfleck des Orion thut. Das ſind die ſchwachen Anfänge der großen Arbeiten über die Nebelflecke, welche die erſten Aſtronomen unſerer Zeit in beiden Hemiſphären rühmlichſt beſchäftigt haben.

Wenn auch das ſiebzehnte Jahrhundert in ſeinem Anfang der plötzlichen Erweiterung der Kenntniß der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an ſeinem Ende den Fortſchritten des reinen mathematiſchen Wiſſens durch Newton und Leibnitz ſeinen Hauptglanz verdankt, ſo hat doch zugleich auch der größte Theil der phyſikaliſchen Probleme, welche uns gegenwärtig beſchäftigen, in jenem Jahrhundert eine wohlthätige und befruchtende Pflege erfahren. Um der Geſchichte der Weltanſchauung nichts von ihrem eigenthümlichen Charakter zu rauben, beſchränke ich mich, nur die Arbeiten zu erwähnen, welche unmittelbar einen weſentlichen Einfluß auf allgemeine, d. h. kosmiſche Naturanſichten ausgeübt haben. Für die Proceſſe des Lichts, der Wärme und des Magnetismus nennen wir zuerſt Huygens, Galilei und Gilbert. Als Huygens mit der doppelten Brechung des Lichts im isländiſchen Kryſtall, d. h. mit der Zerſpaltung in zwei Lichtſtrahlen, beſchäftigt war, entdeckte er (1678) auch die Art der Polariſation des Lichtes, welche ſeinen Namen führt. Der Entdeckung dieſer vereinzelten Erſcheinung, welche erſt 1690, alſo fünf Jahre vor ſeinem Tode, veröffentlicht wurde, ſind die großen Entdeckungen von Malus, Arago und Fresnel, von Brewſter*) und Biot erſt nach mehr als einem Jahrhunderte gefolgt! Malus fand (1808) die Polariſation durch Zurückwerfung

---

tus perspicillis inspectae *nullas nebulas* habere comperiantur, *neque aliud esse* quam plurium stellarum congeries et frequentia." Es geht aus dieſer Stelle hervor, daß der von Marius zuerſt beſchriebene Nebel in der Andromeda von Huygens (wie früher von Galilei) nicht aufmerkſam betrachtet worden war.

*) Ueber das von Brewſter aufgefundene wichtige Geſetz des Zuſammenhanges zwiſchen dem Winkel der vollſtändigen Polariſation und dem Brechungsvermögen der Körper ſ. Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1815 p. 125–159.

von spiegelnden Flächen, Arago (1811) die farbige Polarisation. Eine Wunderwelt mannigfach modificirter, mit neuen Eigenschaften begabter Lichtwellen ward nun eröffnet. Ein Lichtstrahl, der viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt, verkündigt in Arago's Polariscop gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, oder tropfbar flüssigen, oder gasförmigen Körper emanirt *); er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität. Auf diesem Wege, der uns zu dem siebzehnten Jahrhundert durch Huygens zurückführt, werden wir über die Constitution des Sonnenkörpers und seiner Hüllen, über das reflectirte oder eigene Licht der Cometenschweife und des Thierkreislichtes, über die optischen Eigenschaften unserer Atmosphäre und die Lage von vier neutralen Punkten der Polarisation †) unterrichtet, welche Arago, Babinet und Brewster entdeckt haben. So schafft sich der Mensch Organe, die, mit Scharfsinn angewandt, neue Weltansichten eröffnen.

Neben der Polarisation des Lichtes ist noch der auffallendsten aller optischen Erscheinungen, der Interferenz, zu erwähnen, von welcher ebenfalls im 17ten Jahrhundert sehr schwache Spuren ohne Verständniß der ursächlichen Bedingungen ‡) von Grimaldi (1665) und Hooke beobachtet worden waren. Die Auffindung dieser Bedingungen, die klare Erkenntniß der Gesetze, nach denen (unpolarisirte) Lichtstrahlen sich zerstören und Finsterniß hervorbringen, wenn sie aus einer und derselben Quelle mit verschiedener Länge des Weges kommen, verdankt die neuere Zeit dem glücklichen Scharfblicke von Thomas Young. Die Gesetze der Interferenz des polarisirten Lichtes haben Arago und Fresnel (1816) entdeckt. Die von Huygens und Hooke angeregte, von Leonhard Euler vertheidigte Undulations-Theorie fand endlich festen und sicheren Grund.

War die letzte Hälfte des 17ten Jahrhunderts durch die erlangte Einsicht in die Natur der doppelten Strahlenbrechung für die Erweiterung des optischen Wissens wichtig geworden, so hat sie einen weit höheren Glanz noch durch Newton's Experimental-Arbeiten und durch Olaus Römer's Entdeckung (1675) der meßbaren Geschwindigkeit des Lichts gewonnen. Ein halbes Jahrhundert später (1728) hat diese Entdeckung Bradley in den Stand gesetzt, die von ihm aufgefundene Veränderung des scheinbaren Orts der Sterne als eine Folge der Bewegung der Erde in ihrer Bahn verbunden mit der Fortpflanzung des Lichts zu betrachten. Newton's herrliches Werk, seine Optik, erschien (1704) aus persönlichen Gründen erst zwei Jahre nach Hooke's Tode, in englischer Sprache; es wird aber versichert, daß der große Mann schon vor den Jahren 1666 und 1667 im Besitz ‖) des Hauptsächlichsten seiner optischen Anschauungen, seiner Gravitations-Theorie und der Differential-Rechnung (method of fluxions) gewesen sei.

Um das gemeinsame Band nicht aufzulösen, welches die allgemeinen primitiven Erscheinungen der Materie umschlingt, lassen wir hier auf die aphoristische Erwähnung

---

*) S. Kosmos Buch I. S. 22 u. Anm.

†) Sir David Brewster in Berghaus und Johnson, Physical Atlas 1847 Part VII. p. 5 (Polarization of the Atmosphere).

‡) Ueber Grimaldi und über Hooke's Versuch, das Polarisiren der Seifenblasen durch Interferenz der Lichtstrahlen zu erklären s. Arago im Annuaire pour 1831 p. 164 (Brewster, Life of Newton p. 53).

‖) Brewster, The Life of Sir Isaac Newton p. 17. Für die Erfindung des method of fluxions, nach der officiellen Erklärung des Comité der königlichen Societät zu London vom 24. April 1712 „one and the same with the differential method, excepting the name and mode of notation," wird das Jahr 1665 angenommen. Ueber den ganzen unheimlichen Prioritätsstreit mit Leibnitz, welchem (wundersam genug) sogar Anschuldigungen gegen Newton's Rechtgläubigkeit eingemischt waren, s. Brewster p. 189–218. — Daß *in dem weißen* Lichte alle Farben enthalten sind, behaupteten schon de la Chambre in seinem Werke: L… Lumiere (Paris 1657) und Isaac Vossius, welch… später Canonicus in Windsor wurde, in einer merkwü… digen Schrift, deren Mittheilung ich vor zwei Jahren … Paris Herrn Arago verdankte: de Lucis natura et pr… prietate (Amstelod. 1662). Von dieser Schrift handelt … Brandes in der neuen Bearbeitung von Gehler's phy… sikalischem Wörterbuch Bd. IV. (1827) S. 43 und … umständlich Wilde in seiner Gesch. der Optik B… (1838) S. 223, 228 und 317. Als Grundfarbe … Farbe betrachtet aber Isaac Vossius den Schwefel, … cher nach ihm allen Körpern beigemischt ist (cap. … 60). — In Vossii Responsum ad objecta Joh. … Bruyn, Professoris Trajectini, et Petri Pessui … heißt es pag. 69: Nec lumen ullum est absque … lore, nec calor ullus absque lumine. Lux, … anima (!), odor, vis magnetica, quamvis incorpo… sunt tamen aliquid. (De lucis nat. cap. 13 p. …

en Entdeckungen von Huygens, Grimaldi und Newton die Betrachtungen über netismus und Wärme des Luftkreises folgen, in so fern beide Lehren im Jahrhunderts begründet worden sind, dessen Schilderung wir hier unternommen as geistreichste und wichtigste Werk über die magnetischen und electrischen Kräfte, ilbert's Physiologia nova de Magnete, erschien in dem Jahre 1600. Ich habe it gehabt desselben schon mehrmals zu gedenken*). Der von Galilei wegen sei- ssinnes so bewunderte Mann †) ahndet vieles von dem, was wir jetzt wissen. agnetismus nnd Electricität für zwei Emanationen der einigen aller Materie en Grundkraft. Er behandelt daher beide zugleich. Solche dunkle auf Analo- indete Ahndungen über die Wirkung des heracleischen Magnetsteins auf das die Ziehkraft des, wie Plinius sagt, durch Wärme und Reibung beseelten en dürre Spreu gehören allen Zeiten, ja allen Volksstämmen der ionischen Na- hie wie den chinesischen ‡) Physikern an. Dem William Gilbert ist die Erde Nagnet, und die Curven gleicher Abweichung und Neigung hangen in ihren In- von der Massenvertheilung oder Gestaltung der Continente, von der Form und ng der tiefen dazwischen liegenden oceanischen Becken ab. Die periodische Ver- it, welche die drei Hauptformen der magnetischen Erscheinungen (die isokli- isogonischen und isodynamischen) charakterisirt, ist mit diesem starren r Kraft- und Massenvertheilung schwer zu vereinigen, wenn man sich nicht die er materiellen Theile durch ebenfalls periodische Temperatur-Veränderungen im s Erdkörpers modificirt vorstellt.

bert's Theorie wird bloß, wie bei der Gravitation, die Quantität der materiellen chätzt, ohne auf die specifische Heterogeneität der Stoffe zu achten. Dieser Um- seinem Werke, zu Galilei's und Kepler's Zeit, einen Charakter kosmischer Größe Durch die unerwartete Entdeckung des Rotations-Magnetismus von 25) ist factisch bewiesen worden, daß alle Arten der Materie des Magnetismus ; die neuesten Arbeiten von Faraday über die diamagnetischen Substanzen bestä- er besonderen Bedingnissen der Meridian- oder Aequatorial-Rich- s festen, flüssigen oder gasförmig-unwirksamen Zustandes der Körper, jenes esultat. Gilbert hatte einen so klaren Begriff von der Mittheilung der tellu- Magnetkraft, daß er bereits den magnetischen Zustand von Eisenstangen alter Kirchthürme ||) dieser Einwirkung der Erde zuschrieb.

ehmende Thätigkeit der Schifffahrt bis zu den höchsten Breiten und die Vervoll- der magnetischen Instrumente, denen sich schon seit 1576 die von Robert Nor- Ratcliffe construirte Neigungsnadel (das Inclinatorium) beigesellt hatte, verall- n erst im Lauf des 17ten Jahrhunderts die Kenntniß von dem periodischen reiten eines Theils der magnetischen Curven, der Linien ohne Abwei- Die Lage des magnetischen Aequators, den man lange mit dem geographischen laubte, blieb ununtersucht. Inclinations-Beobachtungen wurden igen Hauptstädten des westlichen und südlichen Europa angestellt, und die eben- aum und Zeit veränderliche Intensität der magnetischen Erdkraft ist zwar am zu London (1723) durch die Oscillationen einer Magnetnadel zu messen ver-

---

os Buch I. S. 90 Anm. †) u. 91 Anm. *)
. 340 Anm. *).
ungerechter gegen Gilbert war Bacon von ssen allgemeine, im ganzen freie und metho- ten von einem leider! selbst für seine Zeit n Wissen in Mathematik und Physik beglei- „Bacon showed his inferior aptitude for search in rejecting the Copernican doc- h William Gilbert adopted." Whewell, he inductive Sciences Vol. II. p. 378.

‡) Kosmos Buch I. S. 95 Anm. †).

||) Die ersten Beobachtungen der Art waren (1590) an dem Thurm der Augustiner-Kirche zu Mantua angestellt. Grimaldi und Gassendi kannten ähnliche Beispiele, immer in geographischen Breitengraden, wo die Inclination der Magnetnadel sehr beträchtlich ist. — Ueber die ersten Messungen der magnetischen Intensität durch die Oscillation einer Nadel vergl. meine Relation. hist. T. I. p. 260–264 und Kosmos Buch I. S. 96 Anm. †) und 97 Anm. *).

ſucht worden, aber nach dem reſultatloſen Unternehmen von Borda auf ſeiner letzten Reiſe nach den canariſchen Inſeln (1776) iſt es erſt Lamanon (1785) in La Pérouſe's Expedition geglückt, die Intenſität in verſchiedenen Erdzonen mit einander zu vergleichen.

Auf eine große Maſſe ſchon vorhandener Declinations-Beobachtungen von ſehr ungleichem Werthe (Beobachtungen von Baffin, Hudſon, James Hall und Schouten) geſtützt, entwarf Edmund Halley 1683 ſeine Theorie von vier magnetiſchen Polen oder Convergenzpunkten und von der periodiſchen Bewegung der magnetiſchen Linie ohne Abweichung. Um dieſe Theorie zu prüfen und mit Hülfe neuer und genauerer Beobachtungen zu vervollkommnen, ließ die engliſche Regierung ihn drei Reiſen (1698—1702) in dem atlantiſchen Ocean auf einem Schiffe machen, das er ſelbſt befehligte. Er gelangte auf einer dieſer Seefahrten bis zu 52° ſüdlicher Breite. Dies Unternehmen hat Epoche in der Geſchichte des telluriſchen Magnetismus gemacht. Eine allgemeine Variations-Carte, in der die Punkte, an welchen die Seefahrer die Abweichung von gleicher Größe gefunden hatten, durch krumme Linien verbunden ſind, war die Frucht derſelben. Nie vorher, glaube ich, hatte ein Gouvernement eine See-Expedition zu einem Zwecke angeordnet, von deſſen Erreichung die praktiſche Nautik ſich zwar viel verſprechen durfte, der aber doch recht eigentlich ein wiſſenſchaftlicher, phyſiko-mathematiſcher genannt zu werden verdiente.

Da von einem aufmerkſamen Forſcher keine Erſcheinung iſolirt ergründet werden kann, ohne in ihrem Verhältniß zu einer andern betrachtet zu werden, ſo wagte auch ſchon Halley, von ſeinen Reiſen zurückgekehrt, die Vermuthung, daß das Nordlicht eine magnetiſche Erſcheinung ſei. Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde bemerkt, daß Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetiſche Kräfte) jene 1714 ausgeſprochene Hypotheſe zu einer empiriſchen Gewißheit erhoben hat.

Sollen aber die Geſetze des Erdmagnetismus gründlich, d. h. in dem großen Cyclus des periodiſchen räumlichen Fortſchreitens aller drei Arten von magnetiſchen Curven, erforſcht werden, ſo iſt es nicht genug, den täglichen regelmäßigen oder geſtörten Gang der Nadel in den magnetiſchen Stationen zu beobachten, die ſeit 1828 angefangen haben, einen beträchtlichen Theil der Erdoberfläche in nördlichen und ſüdlichen Breiten zu bedecken *); es müßte auch viermal in jedem Jahrhundert eine Expedition von drei Schiffen ausgeſandt werden, welche möglichſt gleichzeitig den Zuſtand des Magnetismus der Erde, ſo weit er ſich auf ihrer mit Waſſer bedeckten Oberfläche für uns meßbar offenbart, zu unterſuchen hätten. Der magnetiſche Aequator, d. h. die Curve, auf welcher die Neigung null iſt, müßte nicht bloß aus der geographiſchen Ortslänge ihrer Knoten (der Interſection mit dem geographiſchen Aequator) geſchloſſen werden; ſondern, den Curs des Schiffes nach den Inclinations-Angaben perpetuirlich abändernd, müßte man den dermaligen magnetiſchen Aequator nie verlaſſen. Land-Expeditionen wären mit dieſem Unternehmen zu verbinden, um da, wo eine Ländermaſſe nicht ganz durchſtrichen werden kann, genau zu beſtimmen, an welchen Punkten des Littorals die magnetiſchen Curven (beſonders die Linien ohne Abweichung) eintreten. Eine vorzügliche Aufmerkſamkeit möchten in ihrer Bewegung und allmäligen Auflöſung zwei iſolirte geſchloſſene Syſteme von eiförmiger Geſtaltung mit faſt concentriſchen Abweichungs-Curven, im öſtlichen Aſien und in der Südſee im Meridian der Marqueſas-Inſelgruppe †), verdienen. Seitdem die ruhmvolle antarctiſche Expedition von Sir James Clark Roß (1839—1843), mit vortrefflichen Inſtrumenten ausgerüſtet, ein großes Licht über die ſüdliche Erdhälfte bis zum Polar-Abſtand verbreitet und empiriſch den magnetiſchen Südpol beſtimmt hat; ſeitdem es dem großen Mathematiker unſeres Zeitalters, meinem verehrten Freunde Friedrich Gauß, gelungen iſt, die erſte allgemeine Theorie des Erdmagnetismus aufzuſtellen: darf man, bei ſo vielfachem Bedürfniß der Wiſſenſchaft und der Schifffahrt, die Hoffnung nicht

*) *Kosmos* Buch I. S. 98 Anm. †). †) A. a. O. Bd. I. S. 93.

aufgeben, daß dieser so oft schon von mir angeregte Plan dereinst ausgeführt werde. Möge das Jahr 1850 als die erste normale Epoche bezeichnet werden können, in der die Materialien zu einer magnetischen Weltkarte gesammelt werden sollen; mögen permanente wissenschaftliche Institute (Akademien) es sich zum Gesetz machen, von 25 zu 25 Jahren ein die Fortschritte der Nautik begünstigendes Gouvernement an die Wichtigkeit des Unternehmens zu erinnern, dessen großer kosmischer Werth an eine lange Wiederholung geknüpft ist!

Die Erfindung wärmemessender Instrumente (Galilei's Thermoscope*) von 1593 und 1602 waren gleichzeitig von den Veränderungen der Temperatur und des äußeren Luftdruckes abhängig) regte zuerst den Gedanken an, durch eine Reihe zusammenhangender Beobachtungen, der Zeitfolge nach, die Modificationen des Luftkreises zu ergründen. Wir erfahren aus dem Diario der Academia del Cimento, welche in der kurzen Dauer ihrer Wirksamkeit einen so glücklichen Einfluß auf die Liebe zu planmäßigem Experimentiren ausgeübt hat, daß mit Alkohol-Thermometern, den unsrigen ähnlich, in vielen Stationen zu Florenz im Kloster degli Angeli, in den Ebenen der Lombardei und den Gebirgen um Pistoja, ja in der Hochebene von Innsbruck, bereits seit 1641, fünfmal täglich Temperatur-Beobachtungen angestellt wurden †). Der Großherzog Ferdinand II. beauftragte mit dieser Arbeit die Mönche mehrerer Klöster in seinen Staaten ‡). Auch die Temperatur der Mineralquellen wurde damals bestimmt: was zu vielen Fragen über die Erd-Temperatur Veranlassung gab. Da alle Naturerscheinungen, alle Veränderungen der irdischen Materie mit Modificationen der Wärme, des Lichtes und der Electricität, der ruhenden oder der in Strömen bewegten, zusammenhangen, zugleich die Phänomene der Wärme, auf Ausdehnung wirkend, der sinnlichen Wahrnehmung am zugänglichsten sind; so mußte, wie ich schon an einem anderen Orte erinnert habe, die Erfindung und Vervollkommnung von Wärmemessern eine große Epoche unter den Fortschritten des allgemeinen Naturwissens bezeichnen. Das Gebiet der Anwendung des Thermometers und der rationellen Folgerungen, die aus seinen Anzeigen gezogen werden können, ist so unermeßlich als das Gebiet der Naturkräfte selbst, welche in dem Luftmeer, auf der Feste oder in den über einander gelagerten Schichten des Oceans, in den unorganischen Stoffen wie in den chemischen Lebensprocessen der organischen walten.

Auch die Wirkungen der strahlenden Wärme sind mehr als ein Jahrhundert vor Scheele's großen Arbeiten, von den florentiner Mitgliedern der Academia del Cimento, durch merkwürdige Versuche mit Hohlspiegeln, gegen welche nicht leuchtende erhitzte Körper und Eismassen bis zu 500 Pfund Gewicht wirklich und scheinbar strahlten, ergründet worden ||). Mariotte am Ende des 17ten Jahrhunderts untersuchte die Verhältnisse der strahlenden Wärme bei ihrem Durchgange durch Glastafeln. Es mußte dieser vereinzelten Experimente hier gedacht werden, da in späterer Zeit die Lehre von der Wärmestrahlung ein großes Licht über Erkaltung des Bodens, die Entstehung des Thaues und viele allgemeine klimatische Modificationen verbreitet, ja durch Melloni's bewundernswürdigen Scharfsinn zu der contrastirenden Diathermanie des Steinsalzes und Alauns geführt hat.

---

*) Ueber die ältesten Thermometer s. Nelli, Vitae commercio letterario di Galilei (Losanna 1793) Vol. I. p. 68–94; Opere di Galilei (Padova 1744) T. I. p. LV; Libri, Histoire des Sciences mathématiques en Italie T. IV. (1841) p. 185–197. Als Zeugnisse für die ersten vergleichenden Temperatur-Beobachtungen können gelten die Briefe von Gianfrancesco Sagredo und Benedetto Castelli von 1613, 1615 und 1633 in Venturi, Memorie e Lettere inedite di Galilei P. I. 1818 p. 20.

†) Vincenzio Antinori in den Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento 1841 p. 26–44.

‡) S. über Bestimmung der Scale des Thermometers der Academia del Cimento und über die 16 Jahre lang von einem Schüler des Galilei, dem Pater Reineri, fortgesetzten meteorologischen Beobachtungen Libri in den Annales de Chimie et de Physique T. XLV. 1830 p. 354, und eine spätere ähnliche Arbeit von Schouw in seinem Tableau du Climat et de la Végétation de l'Italie 1839 p. 99–106.

||) Antinori, Saggi dell' Accad. del Cim. 1841 p. 114 und in den Aggiunte am Ende des Buchs p. LXXVI.

Den Unterſuchungen über die nach Maaßgabe der geographiſchen Breite, der Jahreszeiten und der Erhebung des Bodens veränderte Wärme des Luftkreiſes geſellten ſich bald andere bei über den wechſelnden Druck und die Dunſtmenge der Atmoſphäre, über die ſo oft beobachtete periodiſche Folge, d. h. das Drehungsgeſetz der Winde. Galilei's richtige Anſichten vom Luftdrucke hatten Torricelli ein Jahr nach dem Tode ſeines großen Lehrers auf die Conſtruction des Barometers geleitet. Daß die Queckſilberſäule in der Torricelli'ſchen Röhre minder niedrig am Fuß eines Thurmes oder eines Berges als auf deren Höhe ſtehe, bemerkte, wie es ſcheint, zuerſt in Piſa Claudio Beriguardi*); und fünf Jahre ſpäter in Frankreich, auf Pascal's Aufforderung, des letzteren Schwager Perrier, da er den Puy de Dôme (840 Fuß höher als der Veſuv) beſtieg. Die Idee das Barometer zu Höhenmeſſungen anzuwenden bot ſich nun wie von ſelbſt dar; vielleicht ward ſie in Pascal durch einen Brief von Descartes†) geweckt. Wie viel das Barometer, als hypſometriſches Werkzeug auf die Beſtimmung der partiellen Oberflächengeſtalt der Erde, als meteorologiſches Werkzeug (auf Ergründung des Einfluſſes der Luftſtröme angewandt) zur Erweiterung der phyſikaliſchen Erdbeſchreibung und der Witterungslehre beigetragen habe: erheiſcht hier keine beſondere Erörterung. Die Theorie der eben erwähnten Luftſtröme iſt in ihren feſten Grundpfeilern ebenfalls vor dem Schluß des 17ten Jahrhunderts erkannt worden. Bacon hat das Verdienſt (1664) gehabt, in ſeiner berühmten Historia naturalis et experimentalis de ventis‡) die Richtung der Winde in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur und den Hydrometeoren zu betrachten; aber, die Richtigkeit des copernicaniſchen Syſtems unmathematiſch läugnend, fabelte er von der Möglichkeit, „daß unſere Atmoſphäre ſich auf gleiche Weiſe als der Himmel täglich um die Erde drehen und ſo den tropiſchen Oſtwind veranlaſſen könne.“

Hooke's allumfaſſendes Genie verbreitete auch hier wieder Geſetzmäßigkeit und Licht‖). Er erkannte den Einfluß der Rotation der Erde, wie die oberen und unteren Strömungen warmer und kalter Luft vom Aequator zu den Polen und von dieſen zum Aequator zurückkehrend. Galilei hatte in ſeinem letzten Dialogo allerdings auch die Paſſatwinde als Folge der Rotation der Erde betrachtet; aber das Zurückbleiben der Lufttheile innerhalb der Tropen gegen die Rotations-Geſchwindigkeit der Erde ſchrieb er einer dunſtloſen Reinheit der Luft zwiſchen den Wendekreiſen zu¶). Hooke's richtigere Anſicht iſt ſpät erſt im 18ten Jahrhundert von Halley wiederum aufgenommen und in Hinſicht auf die Wirkung der jedem Parallelkreiſe zugehörigen Umdrehungsgeſchwindigkeit umſtändlicher und beſtimmender erläutert worden. Halley, durch ſeinen langen Aufenthalt in der heißen Zone dazu veranlaßt, hatte früher (1686) eine treffliche empiriſche Arbeit über die geographiſche Ver-

---

*) Antinori p. 29.

†) Ren. Cartesii Epistolae Amstel. 1682 P. III. Ep. 67.

‡) Bacon's Works by Shaw 1733 Vol. III. p. 441. (S. Kosmos Bd. I. S. 167 und Anm. **).

‖) Hooke's Posthumous Works p. 364. (Vergl. meine Relat. historique T. I. p. 199.) Hooke nahm aber leider! wie Galilei eine Geſchwindigkeits-Verſchiedenheit zwiſchen der Rotation der Erde und der Atmoſphäre an; ſ. Posth. Works p. 88 und 363.

¶) Wenn auch gleich in Galilei's Anſicht über die Urſach der Paſſate von einem Zurückbleiben der Luftheile die Rede iſt, ſo darf ſie doch nicht, wie neuerdings geſchehen, mit der Anſicht von Hooke und Hadley verwechſelt werden. „Dicevamo pur' ora,“ läßt Galilei im Dialogo quarto (Opere T. IV. p. 311) den Salviati ſagen, „che l'aria, come corpo tenue, e fluido, e non saldamente congiunto alla terra, pareva, che non avesse necessità d'obbedire al suo moto, se non in quanto l'asprezza della superficie terrestre ne rapisce, e seco porta una parte a se contigua, che di *non molto intervallo* sopravanza le maggiori altezze delle montagne; la qual porzion d'aria tanto … dovrà esser renitente alla conversion terrestre, … to che ella è ripiena di vapori, fumi, ed esalazioni, materie tutte partecipanti delle qualità terrene: e per conseguenza atte nate per lor natura (?) a i medesimi movimenti. Ma dove mancassero la … del moto, cioè dove la superficie del globo avesse grandi spazii piani, e meno vi fusse della mistione de i vapori terreni, quivi cesserebbe in parte la massa, per la quale l'aria ambiente dovesse totalmente obbedire al rapimento della conversion terrestre; e che in tali luoghi, mentre che la terra si volge verso Oriente, si dovrebbe sentir continuamente un vento, che ci ferisse, spirando da Levante verso Ponente; e tale spiramento dovrebbe farsi più sensibile, dove la vertigine del globo fusse più veloce: il che sarebbe ne i luoghi più remoti da i Poli, e vicini al cerchio massimo della diurna conversione. L'esperienza applaude molto a questo filosofico discorso, poichè ne gli ampi mari sottoposti alla Zona torrida, dove anco l'evaporazioni terrestri mancano (?), si sente una perpetua aura muovere da Oriente…“

ıg der Paſſate (trade-winds und monsoons) geliefert. Es iſt zu verwundern, daß einen magnetiſchen Expeditionen des für die geſammte Meteorologie ſo wichtigen ungsgeſetzes der Winde gar nicht erwähnt, da es doch durch Bacon und Johann an Sturm aus Hippolſtein (nach Brewſter*), dem eigentlichen Erfinder des Diffe-Thermometers) in allgemeinen Zügen erkannt war.

dem glänzenden Zeitalter der Gründung einer mathematiſchen Naturphilo-e fehlte es auch nicht an Verſuchen die Luftfeuchtigkeit in ihrem Zuſammenhange n Veränderungen der Temperatur und der Windesrichtung zu erforſchen. Die mia del Cimento hatte den glücklichen Gedanken die Dampfmenge durch Verdunſtung liederſchlag zu beſtimmen. Das älteſte florentiner Hygrometer war demnach ein enſations-Hygrometer, ein Apparat, in welchem die Menge des niederge-nen ablaufenden Waſſers durch Abwägen beſtimmt wurde†). Dieſem Condenſa-ygrometer, das durch Benutzung der Ideen von Le Roy in unſeren Tagen zu den en pſychrometriſchen Methoden von Dalton, Daniell und Auguſt allmählig geleitet eſellten ſich, ſchon nach Leonardo's da Vinci Vorgange‡), Abſorptions-Hygrometer ubſtanzen des Thier- und Pflanzenreiches von Santori (1625), Torricelli (1646) Lolineur bei. Darmſaiten und Grannen von Gräſern wurden faſt gleichzeitig an-dt. Solche Inſtrumente, welche ſich auf die Abſorption der in der Atmoſphäre ent-en Waſſerdämpfe durch organiſche Stoffe gründeten, waren mit Zeigern und kleinen gewichten verſehen, der Conſtruction nach den Sauſſure'ſchen und Deluc'ſchen Haar-iſchbein-Hygrometern ſehr ähnlich; aber es fehlte bei den Inſtrumenten des 17ten underts die zur Vergleichung und zum Verſtändniß der Reſultate ſo nothwendige ndlich durch Regnault erreichte Beſtimmung feſter Punkte der Trockenheit und Näſſe, r die Empfindlichkeit bei langer Dauer der angewandten hygrometriſchen Subſtan-Pictet||) fand in einem Sauſſure'ſchen Hygrometer befriedigend empfindlich das einer Guanſchen-Mumie von Teneriffa, die vielleicht an tauſend Jahre alt war.

r electriſche Proceß ward als Wirkung einer eigenen, wenn gleich der magneti-verwandten, Naturkraft von William Gilbert erkannt. Das Buch, in welchem dieſe t zuerſt ausgeſprochen, ja, die Worte electriſche Kraft, electriſche Ausflüſſe, triſche Anziehung zuerſt¶) gebraucht ſind, iſt die oft genannte im Jahr 1600 er-

---

Brewſter im Edinburgh Journal of Science L. 1825 p. 145. Sturm hat das Differential-ometer beſchrieben in dem kleinen Werke: Colle-experimentale curiosum (Nürnb. 1676 p. 49). das Baconiſche Geſetz der Winddrehung, das erſt auf beide Zonen ausgedehnt und in ſeinem Zuſammenhange mit den Urſachen aller Luft-ngen erkannt hat, ſ. die ausführliche Abhandlung ncke in der neuen Bearb. von Gehler's phyſi-terbuch Bd. X. S. 2003–2019 und 2030–2035. Antinori p. 45 und in den Saggi ſelbſt p. 17

Venturi, Essai sur les ouvrages physico-matiques de Léonard de Vinci 1797 p. 28. Bibliothèque Universelle de Genève T. XXVII . 120.

Gilbert de Magnete lib. II cap. 2–4 p. 46–71. in der Interpretation der gebrauchten Nomen-beſitzt es *Electrica* quae attrahit eadem ratione trum; versorium non magneticum ex quovis , inserviens electricis experimentis. Im Texte ndet man: magnetice, ut ita dicam, vel elec-ttrahere (vim illam electricam nobis placet are . . . .) (p. 52); effluvia electrica, attracti-lectricae. Der abſtracte Ausdruck electricitas ſich nicht, ſo wenig als das barbariſche Wort mag-us des 18ten Jahrhunderts. Ueber die ſchon im s des Plato p. 80 e angedeutete Ableitung von r, „dem Zieher und Zugſteine", von ἕλξις und ἕλκειν und den wahrſcheinlichen Uebergang durch ein härteres ἤλεκτρον ſ. Buttmann, Mythologus Bd. II. (1829) S. 357. Unter den von Gilbert aufgeſtellten theoretiſchen Sätzen (die nicht immer mit gleicher Klarheit ausgedrückt ſind) wähle ich aus: „Cum duo sint corporum genera, quae manifestis sensibus nostris motionibus corpora allicere videntur, Electrica et Magnetica; Electrica naturalibus ab humore effluviis; Magnetica formalibus efficientiis, seu potius primariis vigoribus, incitationes faciunt. — Facile est hominibus ingenio acutis, absque experimentis, et usu rerum labi, et errare. Substantiae proprietates aut familiaritates, sunt generales nimis, nec tamen verae designatae causae, atque, ut ita dicam, verba quaedam sonant, re ipsâ nihil in specie ostendunt. Neque ista succini credita attractio, a singulari aliquâ proprietate substantiae, aut familiaritate assurgit: cum in pluribus aliis corporibus eundem effectum, majori industria invenimus, et omnia etiam corpora cujusmodicunque proprietatis, ab omnibus illis alliciuntur." (De Magnete p. 50, 51, 60 und 65.) Gilbert's vorzüglichere Arbeiten ſcheinen zwiſchen 1590 und 1600 zu fallen. Whewell weiſt ihm mit Recht eine wichtige Stelle unter denen an, die er practical Reformers der poſitiven Wiſſenſchaften nennt. Gilbert war Leibarzt der Königin Eliſabeth und Jacobs I., und ſtarb ſchon 1603. Nach ſeinem Tode erſchien ein zweites Werk: De Mundo nostro Sublunari Philosophia nova.

ſchienene Phyſiologie vom Magnete und von dem Erdkörper als einem großen Magnet (de magno magnete tellure). „Die Fähigkeit," ſagt Gilbert, „gerieben, leichte Stoffe, welcher Natur ſie auch ſeien, anzuziehen iſt nicht dem Bernſtein allein eigen, der ein verdickter Erdſaft iſt, welchen die Meereswogen aufwühlen und in den fliegende Inſecten, Ameiſen und Gewürme wie in ewigen Gräbern (aeternis sepulchris) eingekerkert liegen. Die Ziehkraft gehört einer ganzen Claſſe von ſehr verſchiedenen Subſtanzen an: wie Glas, Schwefel, Siegellack und allen Harzen, dem Bergkryſtall und allen Edelſteinen, dem Alaun und dem Steinſalze." Die Stärke der erregten Electricität miſt Gilbert an einer nicht eiſernen kleinen Nadel, die ſich auf einem Stifte frei bewegt (versorium electricum): ganz dem Apparate ähnlich, deſſen ſich Hauy und Brewſter bei Prüfung der Electricität geriebener und erwärmter Mineralien bedienten. „Die Reibung," ſagt Gilbert weiter, „bringt ſtärkere Wirkungen hervor bei trockner als bei feuchter Luft; Das Reiben mit ſeidenen Tüchern iſt am vortheilhafteſten befunden. Die Erdkugel wird wie durch eine electriſche Kraft (?) zuſammengehalten (Globus telluris per se electrice congregatur et cohaeret); denn das electriſche Streben geht auf bindende Anhäufung aus (motus electricus est motus coacervationis materiae)." In dieſen dunkeln Ariomen liegt ausgedrückt die Anſicht einer telluriſchen Electricität, die Aeußerung einer Kraft, welche, wie der Magnetismus, der Materie als ſolcher angehört. Von Abſtoßung, von Unterſchied zwiſchen Iſolatoren und Leitern iſt noch keine Rede.

Mehr als bloße Anziehungs-Erſcheinungen beobachtete zuerſt der ſinnige Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guerike. In ſeinen Verſuchen mit einem geriebenen Schwefelkuchen erkannte er Phänomene der Abſtoßung und ſolche, die ſpäter auf die Geſetze der Wirkungskreiſe und Vertheilung der Electricität geleitet haben. Er hörte das erſte Geräuſch, ſah das erſte Licht in ſelbſthervorgerufener Electricität. In einem Verſuche, welchen Newton 1675 anſtellte, zeigten ſich die erſten Spuren der electriſchen Ladung an einer geriebenen Glasplatte*). Wir haben hier bloß nach den erſten Keimen des electriſchen Wiſſens geforſcht, das in ſeiner großen, ſonderbar verſpäteten Entwickelung nicht bloß einer der wichtigſten Theile der Meteorologie geworden iſt, ſondern auch, ſeitdem man gelernt, daß der Magnetismus eine der vielfachen Formen iſt, unter denen die Electricität ſich offenbart, ſo vieles von dem inneren Treiben der Erdkräfte aufgehellt hat.

Wenn gleich ſchon Wall (1708), Stephan Gray (1734) und Nollet die Identität der Reibungs-Electricität und des Blitzes vermutheten, ſo wurde die empiriſche Gewißheit doch erſt um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts durch die glücklichen Beſtrebungen des edeln Benjamin Franklin erlangt. Von dem Zeitpunkte an trat der electriſche Proceß aus dem Gebiet der ſpeculativen Phyſik in das Gebiet kosmiſcher Naturanſchauung, aus dem Studirzimmer in das Freie. Die Lehre von der Electricität hat, wie die Optik und wie der Magnetismus, lange Epochen überaus ſchwacher Entwickelung gehabt, bis in den eben genannten drei Diſciplinen die Arbeiten von Franklin und Volta, Thomas Young und Malus, Oerſted und Faraday die Zeitgenoſſen zu einer bewundernswürdigen Thätigkeit anregten. An ſolchen Wechſel von Schlummer und plötzlich erweckter Thätigkeit iſt der Fortſchritt des menſchlichen Wiſſens geknüpft.

Sind aber auch, wie wir eben entwickelt, durch die Erfindung geeigneter, obgleich noch ſehr unvollkommener, phyſikaliſcher Werkzeuge und durch den Scharfblick von Galilei, Torricelli und der Mitglieder der Academia del Cimento die Temperatur-Verhältniſſe, der wechſelnde Luftdruck und die Dunſtmenge der Atmoſpäre ein Gegenſtand unmittelbarer Forſchung geworden; ſo iſt dagegen alles, was die chemiſche Zuſammenſetzung des Luftkreiſes betrifft, in Dunkel gehüllt geblieben. Allerdings ſind die Grundlagen der pneumatiſchen Chemie durch Johann Baptiſt van Helmont und Jean Rey in der erſten,

*) Brewſter, Life of Newton p. 307.

durch Hooke, Mayow, Boyle und den dogmatisirenden Becher in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts gelegt worden; aber so auffallend auch die richtige Auffassung einzelner und wichtiger Erscheinungen ist, so fehlte doch die Einsicht in ihren Zusammenhang. Der alte Glaube an die elementarische Einfachheit der, auf Verbrennung, Oxydation der Metalle und das Athmen wirkenden Luft war ein schwer zu überwindendes Hinderniß.

Die entzündlichen und lichtverlöschenden Gasarten in Höhlen und Bergwerken (die spiritus letales des Plinius), das Entweichen dieser Gasarten in Form von Bläschen in Sümpfen und Mineralquellen, also Grubenwetter und Brunnengeister, hatten schon die Aufmerksamkeit des Erfurter Benedictiners Basilius Valentinus (wahrscheinlich aus dem Ende des 15ten Jahrhunderts) und des Libavius (1612), eines Bewunderers des Paracelsus, gefesselt. Man verglich, was man in alchymistischen Laboratorien zufällig bemerkte, mit dem, was man in den großen Werkstätten der Natur, besonders im Inneren der Erde, bereitet sah. Bergbau auf erzführenden Lagerstätten, (vorzüglich auf schwefelkieshaltigen, die sich durch Oxydation und Contact-Electricität erwärmen) führte zu Ahndungen über den chemischen Verkehr zwischen Metall, Säure und zutretender äußerer Luft. Schon Paracelsus, dessen Schwärmereien in die Epoche der ersten Eroberung von Amerika fallen, bemerkte die Gas-Entwickelung während der Auflösung von Eisen in Schwefelsäure. Van Helmont, welcher sich zuerst des Wortes Gase bedient hat, unterscheidet dieselben von der atmosphärischen Luft, und wegen ihrer Nicht-Condensirbarkeit auch von den Dämpfen. Die Wolken sind ihm Dämpfe, sie werden zu Gas bei sehr heiterem Himmel „durch Kälte und den Einfluß der Gestirne." Gas kann nur zu Wasser werden, wenn es vorher wiederum in Dampf verwandelt ist. Das sind Ansichten über den meteorologischen Proceß aus der ersten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts. Van Helmont kennt noch nicht das einfache Mittel sein Gas sylvestre (unter diesem Namen begriff er alle unentzündbaren, die Flamme und das Athmen nicht unterhaltenden, von der reinen atmosphärischen Luft verschiedenen Gase) aufzufangen und abzusondern; doch ließ er ein Licht unter einem durch Wasser abgesperrten Gefäße brennen, und bemerkte, als die Flamme erlosch, das Eindringen des Wassers und die Abnahme des Luftvolums. Auch durch Gewichtsbestimmungen, die wir schon bei Cardanus finden, suchte van Helmont zu beweisen, daß sich alle feste Theile der Vegetabilien aus Wasser bilden.

Die mittelalterlichen alchymistischen Meinungen von der Zusammensetzung der Metalle, von ihrer glanzzerstörenden Verbrennung (Einäscherung, Vererdung und Verkalkung) unter Zutritt der Luft regten an zu erforschen, was diesen Proceß begleite, welcher Veränderung die sich verkalkenden oder vererdenden Metalle und die mit ihnen in Contact tretende Luft erleiden. Schon Cardanus hatte (1553) die Gewichtszunahme bei der Oxydation des Bleies wahrgenommen und sie, ganz im Sinne der Mythe von Phlogiston, einer entweichenden leichtmachenden „himmlischen Feuermaterie" zugeschrieben; aber erst achtzig Jahre später sprach Jean Rey, ein überaus geschickter Experimentator zu Bergerac, der mit größerer Genauigkeit die Gewichtszunahme der Metallkalke des Bleies, des Zinnes und des Antimons erforscht hatte, das wichtige Resultat aus, die Gewichtszunahme sei dem Zutritt der Luft an den Metallkalk zuzuschreiben. „Je responds et soustiens glorieusement, sagte er*), que ce surcroit de poids vient de l'air qui dans le vase a esté espessi."

*) Rey spricht eigentlich nur von dem Zutritt der Luft an die Oxyde; er erkennt nicht, daß die Oxyde (die man damals vererdete Metalle nannte) eine feste Verbindung von Metall und Luft sind. Die Luft macht nach ihm „den Metallkalk schwerer, wie Sand an Gewicht zunimmt, wenn sich Wasser daran hängt. Der Metallkalk ist dabei einer Sättigung mit Luft fähig. L'air espaissi s'attache à la chaux, ainsi le poids augmente du commencement jusqu'à la fin: mais quand tout en est allublé, elle n'en sçauroit prendre d'avantage. Ne continuez plus vostre calcination soubs cet espoir, vous perdriez vostre peine." Rey's Werk enthält demnach die erste Annäherung zu der besseren Erklärung einer Erscheinung, deren vollkommnes Verständniß später auf das ganze System der Chemie reformirend eingewirkt hat. S. Kopp, Geschichte der Chemie Th. III. S. 131–133. (Vergl. auch in derselben Th. I. S. 116–127 und Th. III. S. 119–138, wie S. 175–195.)

Man war nun auf den Weg gerathen, der zur Chemie unserer Tage und durch sie zur Kenntniß eines großen kosmischen Phänomens, des Verkehrs zwischen dem Sauerstoff der Atmosphäre und dem Pflanzenleben, führen sollte. Die Gedankenverbindung aber, die sich ausgezeichneten Männern darbot, war zunächst von sonderbar complicirter Natur. Gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts trat, dunkel bei Hooke in seiner Micrographia (1665), ausgebildeter bei Mayow (1669) und bei Willis (1671), ein Glaube an salpetrige Partikeln (spiritus nitro-aëreus, pabulum nitrosum) auf, welche mit den im Salpeter fixirten identisch, in der Luft enthalten und das Bedingende in den Verbrennungs-Processen sein sollten. „Es wurde behauptet, das Erlöschen der Flamme im geschlossenen Raume finde nicht deshalb statt, weil die vorhandene Luft mit Dämpfen aus dem brennenden Körper übersättigt werde, sondern das Erlöschen sei eine Folge der gänzlichen Absorption des ursprünglich in der Luft enthaltenen salpetrigen spiritus nitro-aëreus." Das plötzliche Beleben der Gluth, wenn schmelzender (Sauerstoffgas ausstoßender) Salpeter auf Kohle gestreuet wird, und das sogenannte Auswittern des Salpeters an Thonwänden im Contact mit der Atmosphäre scheinen diese Meinung gleichzeitig begünstigt zu haben. Die salpetrigen Partikeln der Luft bedingen, nach Mayow, das Athmen der Thiere, dessen Folge die Hervorbringung thierischer Wärme und Entschwärzung des Blutes ist; sie bedingen alle Verbrennungsprocesse und die Verkalkung der Metalle; sie spielen ohngefähr die Rolle des Sauerstoffs in der antiphlogistischen Chemie. Der vorsichtig zweifelnde Robert Boyle erkannte zwar, daß die Anwesenheit eines gewissen Bestandtheils der atmosphärischen Luft zum Verbrennungsprocesse nothwendig sei; aber er blieb ungewiß über die salpetrige Natur desselben.

Der Sauerstoffgas war für Hooke und Mayow ein ideeller Gegenstand, eine Fiction der Gedankenwelt. Als Gas sah den Sauerstoff zuerst der scharfsinnige Chemiker und Pflanzenphysiolog Hales aus dem Blei, das er zu Mennige verkalkte, bei starker Hitze in großer Menge (1727) entweichen. Er sah das Entweichen, ohne die Natur der Luftart zu untersuchen oder das lebhafte Brennen der Flamme in derselben zu bemerken. Hales ahndete nicht die Wichtigkeit der Substanz, die er bereitet hatte. Die lebhafte Lichtentwickelung brennender Körper in Sauerstoffgas und die Eigenschaften desselben wurden, — wie Viele behaupten, ganz unabhängig *) —, von Priestley (1772—1774), von Scheele (1774 und 1775), und von Lavoisier und Trudaine (1775) entdeckt.

Die Anfänge der pneumatischen Chemie sind in diesen Blättern, ihrem historischen Zusammenhange nach, berührt worden, weil sie, wie die schwachen Anfänge des electrischen Wissens, das vorbereitet haben, was das folgende Jahrhundert an großen Ansichten über die Constitution des Luftkreises und dessen meteorologische Veränderungen hat offenbaren können. Die Idee specifisch verschiedener Gasarten wurde im siebzehnten Jahrhundert denen, welche diese Gasarten erzeugten, nie völlig klar. Man fing wieder an, den Unterschied zwischen der atmosphärischen Luft und den irrespirablen, lichtverlöschenden oder entzündlichen Gasarten der Einmengung von gewissen Dünsten ausschließlich zuzuschreiben. Black und Cavendish erwiesen erst 1766, daß Kohlensäure (fixe Luft) und Wasserstoffgas (brennbare Luft) specifisch verschiedene luftförmige Flüssigkeiten sind. So lange hatte der uralte Glaube an die elementare Einfachheit des Luftkreises jeden Fortschritt des Wissens gelähmt. Die endliche Ergründung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre (die feinste Bestimmung ihrer quantitativen Verhältnisse durch die schönen Arbeiten von Boussingault und Dumas) ist einer der Glanzpunkte der neueren Meteorologie.

Die hier fragmentarisch geschilderte Erweiterung des physikalischen und chemischen Wissens konnte nicht ohne Einfluß bleiben auf die früheste Ausbildung der Geognosie. Ein großer Theil der geognostischen Fragen, mit deren Lösung sich unser Zeitalter beschäftigt,

*) Priestley's letzte Klage über das, „was Lavoisier sich soll zugeeignet haben," erschallt in seiner kleinen Schrift: The doctrine of Phlogiston established (1800) p. 43.

wurden durch einen Mann von den umfassendsten Kenntnissen, den großen dänischen Anatomen Nicolaus Steno (Stenson), welchen der Großherzog von Toscana Ferdinand II. in seine Dienste berief, durch einen anderen (englischen) Arzt, Martin Lister, und den „würdigen Nebenbuhler*) Newton's," Robert Hooke, angeregt. Von Steno's Verdiensten um die Positions- oder Lagerungs-Geognosie habe ich umständlicher in einem anderen Werke†) gehandelt. Allerdings hatten schon Leonardo da Vinci gegen das Ende des 15ten Jahrhunderts (wahrscheinlich indem er in der Lombardei Canäle anlegte, welche Schuttland und Tertiärschichten durchschnitten), Fracastoro (1517) bei Gelegenheit zufällig entblößter fischreicher Gesteinschichten im Monte Bolca bei Verona, und Bernard Palissy bei seinen Nachforschungen über die Springbrunnen (1563) das Dasein einer untergegangenen oceanischen Thierwelt in ihren hinterlassenen Spuren erkannt. Leonardo, wie im Vorgefühl einer philosophischeren Eintheilung thierischer Gestaltung, nennt die Conchylien „animali che hanno l'ossa di fuori." Steno, in seinem Werke „über das in den Gesteinen Enthaltene" (de Solido intra Solidum naturaliter contento), unterscheidet (1669) „Gesteinschichten (uranfängliche?), die sich früher erhärtet haben, als es Pflanzen und Thiere gab, und daher nie organische Reste enthalten, von Sedimentschichten (turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita), welche unter einander abwechseln und jene bedecken. Alle versteinerungshaltigen Niederschlagsschichten waren ursprünglich horizontal gelagert. Ihre Neigung (Fallen) ist entstanden theils durch den Ausbruch unterirdischer Dämpfe, welche die Centralwärme (ignis in medio terrae) erzeugt, theils durch das Nachgeben von schwach unterstützenden unteren Schichten‡). Die Thäler sind die Folge der Umstürzung."

Steno's Theorie der Thalformen ist die von Deluc, während Leonardo da Vinci ||), wie Cuvier, die Thäler durch ablaufende Fluthen einfurchen läßt. In der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von Toscana erkennt Steno Umwälzungen, die sechs großen Naturepochen zugeschrieben werden müssen (sex sunt distinctae Etruriae facies, ex praesenti facie Etruriae collectae). Sechsmal nämlich ist periodisch das Meer eingebrochen und hat sich, erst nach langem Verbleiben im Innern des Landes, in seine alten Grenzen zurückgezogen. Alle Petrefacte gehören aber nicht dem Meere an; Steno unterscheidet die pelagischen von den Süßwasser-Petrefacten. Scilla (1670) gab Abbildungen von den Versteinerungen von Calabrien und Malta. Unter den letzteren hat unser großer Zergliederer und Zoologe Johannes Müller die älteste Abbildung der Zähne des riesenhaften Hydrarchus (Zeuglodon cetoides von Owen) von Alabama, eines Säugethieres aus der großen Ordnung der Cetaceen, entdeckt ¶): Zähne, deren Krone wie bei den Seehunden gestaltet ist.

Lister stellte schon (1678) die wichtige Behauptung auf, daß jede Gebirgsart durch eigene Fossilien charakterisirt ist und daß „die Arten von Murex, Tellina und Trochus, welche in den Steinbrüchen von Northamtonshire vorkommen, zwar denen der heutigen Meere ähnlich, aber, genauer untersucht, von diesen verschieden gefunden werden." Es seien, sagt er, specifisch andere**). Die strengen Beweise von der Richtigkeit so großartiger Ahndungen konnten freilich, bei dem unvollkommenen Zustande der beschreibenden Morphologie, nicht gegeben werden. Wir bezeichnen ein früh aufdämmerndes, bald wieder ersticktes Licht vor

---

*) John Herschel, Discourse on the study of Natural Philosophy p. 116.

†) Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. 28.

‡) Steno de Solido intra Solidum naturaliter contento 1669 p. 2, 17, 28, 63 und 69 (fig. 20–25).

||) Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 § 5 no. 124.

¶) Agostino Scilla, la vana Speculazione disingannata dal senso, Nap. 1670 tab. XII. fig. 1. — Vergl. Joh. Müller, Bericht über die von Herrn Koch in Alabama gesammelten fossilen Knochenreste seines Hydrarchus (des Basilosaurus von Harlan 1835, des Zeuglodon von Owen 1839, des Squalodon von Grateloup 1840, des Dorudon von Gibbes 1845), gelesen in der Kön. Akad. der Wiss. zu Berlin April–Juni 1847. Diese kostbaren im Staat Alabama (Washington County und unfern Clarksville) gesammelten Reste des vorweltlichen Thieres sind durch die Munificenz unseres Königs seit 1847 Eigenthum des zoologischen Museums zu Berlin. Außer Alabama und Süd-Carolina wurden Theile des Hydrarchus in Europa zu Leognan bei Bordeaux, unweit Linz an der Donau und 1670 in Malta entdeckt.

**) Martin Lister in den Philos. Transact. Vol. VI. 1671 Numb. LXXVI. p. 2283.

den herrlichen paläontologischen Arbeiten von Cuvier und Alexander Brongniart, welche der Geognosie der Sediment-Formationen eine neue Gestaltung gegeben haben*). Ersterer, aufmerksam auf die regelmäßige Reihenfolge der Schichten in England, fühlte zuerst das Bedürfniß geognostischer Carten. Wenn gleich diese Erscheinungen und ihr Zusammenhang mit alten Ueberfluthungen (einer einmaligen oder mehrfachen) das Interesse fesselten und, Glauben und Wissen mit einander vermengend, die sogenannten Systeme von Ray, Woodward, Burnet und Whiston in England erzeugten; so blieb doch, bei gänzlichem Mangel mineralogischer Unterscheidung in den Bestandtheilen zusammengesetzter Gebirgsarten, alles, was das krystallinische und massige Eruptionsgestein und seine Umwandlung betrifft, unbearbeitet. Trotz der Annahme einer Centralwärme des Erdkörpers wurden Erdbeben, heiße Quellen und vulkanische Ausbrüche nicht als Folgen der Reaction des Planeten gegen seine äußere Rinde angesehen, sondern kleinlichen Localursachen, z. B. der Selbstentzündung von Schwefelkies-Lagern, zugeschrieben. Spielende Versuche von Lemery (1700) sind leider! von langdauerndem Einfluß auf vulkanische Theorien geblieben, wenn gleich die letzteren durch die phantasiereiche Protogaea von Leibnitz (1680) zu allgemeineren Ansichten hätten erhoben werden können.

Die Protogaea, bisweilen dichterischer als die vielen jetzt eben bekannt gewordenen metrischen Versuche desselben Philosophen †), lehrt „die Verschlackung der cavernösen, glühenden, einst selbstständig leuchtenden Erdrinde; die allmälige Abkühlung der in Dämpfe gehüllten wärmestrahlenden Oberfläche; den Niederschlag und die Verdichtung der allmälig erkalteten Dampf-Atmosphäre zu Wasser; das Sinken des Meeresspiegels durch Eindringen der Wasser in die inneren Erdhöhlen; endlich den Einsturz dieser Höhlen, welche das Fallen der Schichten (ihre Neigung gegen den Horizont) veranlaßt.“ Der physische Theil dieses wilden Phantasiebildes bietet einige Züge dar, welche den Anhängern der neuen, nach allen Richtungen mehr ausgebildeten Geognosie nicht verwerflich scheinen werden. Dahin gehören die Bewegung der Wärme im Inneren des Erdkörpers und die Abkühlung mittelst der Ausstrahlung durch die Oberfläche; die Existenz einer Dampf-Atmosphäre; der Druck, welchen diese Dämpfe während der Consolidirung der Schichten auf letztere ausüben, der doppelte Ursprung der Massen, als geschmolzen und erstarrt oder aus den Gewässern niedergeschlagen. Von dem typischen Charakter und dem mineralogischen Unterschiede der Gebirgsarten, d. h. der in den entferntesten Gegenden wiederkehrenden Associationen gewisser, meist krystallisirter Substanzen, ist in der Protogaea so wenig die Rede wie in Hooke's geognostischen Ansichten. Auch bei diesem haben die physischen Speculationen über die Wirkung unterirdischer Kräfte im Erdbeben, in der plötzlichen Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer, in der Entstehung von Inseln und Bergen die Oberhand. Die Natur der organischen Ueberreste der Vorwelt leitete ihn sogar auf die Vermuthung, daß die gemäßigte Zone früher die Wärme des tropischen Klima's müsse genossen haben.

Es bleibt noch übrig, der größten aller geognostischen Erscheinungen zu gedenken, der mathematischen Gestalt der Erde, in welcher die Zustände der Urzeit sich erkennbar abspiegeln, die Flüssigkeit der rotirenden Masse und ihre Erhärtung als Erdsphäroid. In seinen Hauptzügen, freilich nicht genau in den numerischen Angaben des Verhältnisses zwischen der Polar- und Aequatorial-Axe, wurde das Bild der Erdgestaltung am Ende des 17ten Jahrhunderts entworfen. Picard's Gradmessung, mit von ihm selbst vervollkommneten Meßinstrumenten (1670) ausgeführt, ist um so wichtiger gewesen, als sie zuerst Newton veranlaßte, seine schon 1666 aufgefundene und später vernachlässigte Gravitations-

*) S. eine lichtvolle Entwickelung der früheren Fortschritte des paläontologischen Studiums in Whewell, History of the inductive Sciences 1837 Vol. III. p. 507–545.

†) Leibnitzens geschichtliche Aufsätze und Gedichte, herausgegeben von Pertz 1847 (in den gesammelten Werken: Geschichte, Bd. IV). Ueber den ersten Entwurf der Protogaea von 1691 und die nachmaligen Umarbeitungen s. Tellkampf, Jahresbericht der Bürgerschule zu Hannover 1847 S. 1–32.

n mit erneuertem Eifer aufzunehmen, weil ſie dem tiefſinnigen und glück-
le Mittel zu beweiſen darbot, wie die Anziehung der Erde den, durch die
ngetriebenen Mond in ſeiner Bahn erhalte. Die viel früher*) erkannte
Jupiter hatte, wie man glaubt, Newton angeregt über die Urſach einer
Sphäricität abweichenden Erſcheinung nachzudenken. Den Verſuchen
Länge des Secundenpendels zu Cayenne von Richer (1673) und an der
iſchen Küſte von Varin waren andere†), weniger entſcheidende zu Lon-
Bologna in 7° Breiten-Unterſchied vorhergegangen. Die Abnahme der
l zum Aequator, die lange noch ſelbſt Picard geläugnet, wurde nun allge-
n. Newton erkannte die Polar-Abplattung der Erde und ihre ſphä-
als eine Folge der Rotation; er wagte ſogar unter der Vorausſetzung
en Maſſe das Maaß dieſer Erd-Abplattung numeriſch zu beſtimmen. Es
enen Gradmeſſungen des 18ten und 19ten Jahrhunderts unter dem Aequa-
l nahe und in den gemäßigten Zonen beider Halbkugeln, der ſüdlichen
orbehalten, dieſes Maaß der mittleren Abplattung und ſo die wahre
e genau zu erörtern. Die Exiſtenz der Abplattung ſelbſt verkündigt, wie
turgemälde bemerkt‡) worden iſt, was man die älteſte aller geogno-
heiten nennen kann: den Zuſtand der allgemeinen Flüſſigkeit eines Pla-
re und ſpätere Erhärtung.

Schilderung des großen Zeitalters von Galilei und Kepler, Newton und
Entdeckungen in den Himmelsräumen durch das neuerfundene Fernrohr
endigen mit der Erdgeſtaltung, wie ſie aus theoretiſchen Schlüſſen erkannt
wton erhob ſich zu der Erklärung des Weltſyſtems, weil es ihm glückte,
den ||), von deren Wirkung die Kepler'ſchen Geſetze die nothwendige Folge
den Erſcheinungen entſprechen mußte, indem dieſe Geſetze ihnen entſpra-
erverkündigten." Die Auffindung einer ſolchen Kraft, deren Daſein
unſterblichen Werke der Principien (einer allgemeinen Naturlehre)
faſt gleichzeitig geweſen mit den durch die Infinitesimal-Rechnung
zu neuen mathematiſchen Entdeckungen. Die Geiſtesarbeit zeigt ſich in
Größe da, wo ſie, ſtatt äußerer materieller Mittel zu bedürfen, ihren
dem erhält, was der mathematiſchen Gedankenentwickelung, der reinen
llt. Es wohnet inne ein feſſelnder, von dem ganzen Alterthum gefeierter
r Anſchauung mathematiſcher Wahrheiten, der ewigen Verhältniſſe der
umes, wie ſie ſich in Tönen und Zahlen und Linien offenbaren. Die Ver-
nes geiſtigen Werkzeuges der Forſchung, der Analyſis, hat die gegenſeitige
Ideen, welche eben ſo wichtig als der Reichthum ihrer Erzeugung iſt,
. Sie hat der phyſiſchen Weltanſchauung in ihrer irdiſchen und himm-
n den periodiſchen Schwankungen der Oberfläche des Weltmeeres, wie in
Störungen der Planeten) neue Gebiete von ungemeſſenem Umfange er-

---

. I. S. 83.
Hist. de l'Astronomie mod. T.

. I. S. 82. Den Prioritätsſtreit
in Hinſicht auf eine von Huygens
mie 1669 vorgeleſene Abhandlung
ufgeklärt in ſeiner Hist. de l'Astr.
nd T. II. p. 358. Richer's Rück-
el allerdings ſchon in das Jahr
wurde erſt 1679 gedruckt; und da
Huygens Paris 1682 verließ, ſo hat er das Additamentum zu der ſehr verſpätet publicirten Abhandlung von 1669 erſt dann geſchrieben, als er ſchon die Reſultate von Richer's Pendelverſuchen und von Newton's großem Werke: Philosophiae Naturalis Principia mathematica vor Augen hatte.

||) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1843 S. 32.

¶) Wilhelms von Humboldt geſammelte Werke Bd. I. S. 11.

VIII.

Rückblick auf die Reihenfolge der durchlaufenen Perioden. — Einfluß äußerer Ereignisse auf die sich entwickelnde Erkenntniß des Weltganzen. — Vielseitigkeit und innigere Verkettung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. — Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt allmälig mit der Geschichte des Kosmos zusammen.

Ich nähere mich dem Ende eines vielgewagten, inhaltschweren Unternehmens. Mehr als zwei Jahrtausende sind durchlaufen worden, von den frühen Zuständen der Cultur unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeeres und die fruchtbaren Stromgebiete des westlichen Asiens umwohnten, bis zu dem Anfange des letztverflossenen Jahrhunderts, also bis zu einer Zeit, in der Ansichten und Gefühle sich schon mit den unsrigen verschmelzen. Ich habe in sieben scharf von einander geschiedenen Abtheilungen, gleichsam in der Reihenfolge von eben so viel einzelnen Gemälden, die Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. die Geschichte der sich allmälig entwickelnden Erkenntniß des Weltganzen, darzustellen geglaubt. Ob es einigermaßen gelungen ist, die Masse des angehäuften Stoffes zu beherrschen, den Charakter der Hauptepochen aufzufassen, die Wege zu bezeichnen, auf denen Ideen und Gesittung zugeführt worden sind: darf, in gerechtem Mißtrauen der ihm übrig gebliebenen Kräfte, der nicht entscheiden, dem mit Klarheit nur in allgemeinen Zügen der Entwurf zu einem so großen Unternehmen vor der Seele schwebte.

Ich habe bereits in dem Eingange zu der arabischen Epoche, als ich den mächtigen Einfluß zu schildern begann, den ein der europäischen Civilisation eingemischtes fremdartiges Element ausgeübt, die Grenze angegeben, über welche hinaus die Geschichte des Kosmos mit der der physischen Wissenschaften zusammenfällt. Die geschichtliche Erkenntniß der allmäligen Erweiterung des Naturwissens in beiden Sphären, der Erd- und Himmelskunde, ist nach meiner Ansicht an bestimmte Perioden, an gewisse räumlich und intellectuell wirkende Ereignisse gebunden, die jenen Perioden Eigenthümlichkeit und Färbung verleihen. Solche Ereignisse waren die Unternehmungen, welche in den Pontus führten und jenseits des Phasis ein anderes Seeufer ahnden ließen; die Expeditionen nach tropischen Gold- und Weihrauchländern; die Durchschiffung der westlichen Meerenge, oder Eröffnung der großen maritimen Völkerstraße, auf der in langen Zeitabständen Cerne und die Hesperiden, die nördlichen Zinn- und Bernsteininseln, die vulkanischen Azoren und der Neue Continent des Columbus, südlich von den alten scandinavischen Ansiedelungen, entdeckt wurden. Auf die Bewegungen, welche aus dem Becken des Mittelmeeres und dem nördlichsten Ende des nahen arabischen Meerbusens ausgingen, auf die Pontus- und Ophirfahrten, folgen in meiner historischen Schilderung die Heerzüge des Macedoniers und sein Versuch den Westen mit dem Osten zu verschmelzen; die Wirkungen des indischen Seehandels und der alexandrinischen Institute unter den Lagiden; die Weltherrschaft der Römer unter den Cäsaren; der folgenreiche Hang der Araber zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften, zu astronomischem, mathematischem und praktisch-chemischem Wissen. Mit der Besitznahme einer ganzen Erdhälfte, welche verhüllt lag, mit den größten Entdeckungen im Raume, welche je den Menschen geglückt, ist für mich die Reihe der Ereignisse und Begebenheiten geschlossen, die plötzlich den Horizont der Ideen erweitert, zum Erforschen von physischen Gesetzen angeregt, das Streben nach dem endlichen Erfassen des Weltganzen belebt haben. Die Intelligenz bringt fortan, wie wir schon oben angedeutet, Großes ohne Anregung durch Begebenheiten, als Wirkung eigener innerer Kraft, gleichzeitig nach allen Richtungen hervor.

Unter den Werkzeugen, gleichsam neuen Organen, die der Mensch sich geschaffen und welche das sinnliche Wahrnehmungsvermögen erhöhen, hat eines jedoch wie ein plötzliches Ereigniß gewirkt. Durch die raumdurchdringende Eigenschaft des Fernrohrs wird, fast wie auf einmal, ein beträchtlicher Theil des Himmels erforscht, die Zahl der erkannten Welt-

Körper vermehrt, ihre Gestaltung und Bahn zu bestimmen versucht. Die Menschheit gelangt jetzt erst in den Besitz der „himmlischen Sphäre" des Kosmos. Ein siebenter Abschnitt der Geschichte der Weltanschauung konnte auf die Wichtigkeit dieser Besitznahme und auf die Einheit der Bestrebungen gegründet werden, welche der Gebrauch des Fernrohrs hervorrief. Vergleichen wir mit der Erfindung dieses optischen Werkzeuges eine andere große Erfindung und zwar der neueren Zeit, die der Volta'schen Säule, wie den Einfluß, den dieselbe auf die scharfsinnige electro-chemische Theorie, auf die Darstellung der Alkali- und Erdmetalle und auf die lange ersehnte Entdeckung des Electro-Magnetismus ausgeübt; so gelangen wir an eine Verkettung nach Willkühr hervorzurufender Erscheinungen, die nach vielen Seiten tief in die Erkenntniß des Waltens der Naturkräfte eingreift, aber mehr einen Abschnitt in der Geschichte der physischen Disciplinen als unmittelbar in der Geschichte der kosmischen Anschauungen bildet. Eben diese vielseitige Verknüpfung alles jetzigen Wissens erschwert die Absonderung und Umgrenzung des Einzelnen. Den Electro-Magnetismus haben wir ja neuerlichst selbst auf die Richtung des polarisirenden Lichtstrahls wirken sehen, Modificationen hervorbringend wie chemische Mischungen. Wo durch die Geistesarbeit des Jahrhunderts alles im Werden begriffen scheint, ist es eben so gefahrvoll, in den intellectuellen Proceß einzugreifen und das unaufhaltsam Fortschreitende wie am Ziele angelangt zu schildern als, bei dem Bewußtsein eigener Beschränktheit sich über die relative Wichtigkeit ruhmvoller Bestrebungen der Mitlebenden oder Nächsthingeschiedenen auszusprechen.

In den historischen Betrachtungen habe ich fast überall bei Angabe der frühen Keime des Naturwissens den Grad der Entwickelung bezeichnet, zu dem sie in der neuesten Zeit gelangt sind. Der dritte Theil meines Werkes liefert zur Erläuterung des allgemeinen Naturgemäldes die Ergebnisse der Beobachtung, auf welche der jetzige Zustand wissenschaftlicher Meinungen hauptsächlich gegründet ist. Vieles, das man nach anderen Ansichten der Composition eines Buches von der Natur, als die meinigen sind, hier vermissen kann, wird dort seinen Platz finden. Durch den Glanz neuer Entdeckungen angeregt, mit Hoffnungen genährt, deren Täuschung oft spät erst eintritt, wähnt jedes Zeitalter dem Culminationspunkte im Erkennen und Verstehen der Natur nahe gelangt zu sein. Ich bezweifle, daß bei ernstem Nachdenken ein solcher Glaube den Genuß der Gegenwart wahrhaft erhöhe. Belebender und der Idee von der großen Bestimmung unseres Geschlechtes angemessener ist die Ueberzeugung, daß der eroberte Besitz nur ein sehr unbeträchtlicher Theil von dem ist, was bei fortschreitender Thätigkeit und gemeinsamer Ausbildung die freie Menschheit in den kommenden Jahrhunderten erringen wird. Jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherem in dem verhängnißvollen Laufe der Dinge.

Was die Fortschritte der Erkenntniß in dem neunzehnten Jahrhundert besonders befördert und den Hauptcharakter der Zeit gebildet hat, ist das allgemeine und erfolgreiche Bemühen den Blick nicht auf das Neu-Errungene zu beschränken, sondern alles früher Berührte nach Maaß und Gewicht streng zu prüfen, das bloß aus Analogien Geschlossene von dem Gewissen zu sondern, und so einer und derselben strengen kritischen Methode alle Theile des Wissens, physikalische Astronomie, Studium der irdischen Naturkräfte, Geologie und Alterthumskunde zu unterwerfen. Die Allgemeinheit eines solchen kritischen Verfahrens hat besonders dazu beigetragen die jedesmaligen Grenzen der einzelnen Wissenschaften kenntlich zu machen, ja die Schwäche gewisser Disciplinen aufzudecken, in denen unbegründete Meinungen als Thatsachen, symbolisirende Mythen unter alten Firmen als ernste Theorien auftreten. Unbestimmtheit der Sprache, Uebertragung der Nomenclatur aus einer Wissenschaft in die andere haben zu irrigen Ansichten, zu täuschenden Analogien geführt. Die Zoologie ist lange in ihren Fortschritten dadurch gefährdet worden, daß man in den unteren Thierclassen alle Lebensthätigkeiten an gleichgestaltete Organe wie in den höchsten Thierclassen gebunden glaubte. Noch mehr ist die Kenntniß von der Entwicke-

lungsgeschichte der Pflanzen in den sogenannten kryptogamischen Cormophyten (den Laub- und Lebermoosen, Farren, Lycopodiaceen) oder in den noch niedrigeren Thallophyten (Algen, Flechten, Pilzen) dadurch verdunkelt worden, daß man überall Analogien aus der geschlechtlichen Fortpflanzung des Thierreichs*) zu finden glaubte.

Wenn die Kunst innerhalb des Zauberkreises der Einbildungskraft, recht eigentlich innerhalb des Gemüthes liegt, so beruhet dagegen die Erweiterung des Wissens vorzugsweise auf dem Contact mit der Außenwelt. Dieser wird bei zunehmendem Völkerverkehr mannigfaltiger und inniger zugleich. Das Erschaffen neuer Organe (Werkzeuge der Beobachtung) vermehrt die geistige, oft auch die physische Macht des Menschen. Schneller als das Licht trägt in die weiteste Ferne Gedanken und Willen der geschlossene electrische Strom. Kräfte, deren stilles Treiben in der elementarischen Natur, wie in den zarten Zellen organischer Gewebe, jetzt noch unseren Sinnen entgeht, werden, erkannt, benutzt, zu höherer Thätigkeit erweckt, einst in die unabsehbare Reihe der Mittel treten, welche der Beherrschung einzelner Naturgebiete und der lebendigeren Erkenntniß des Weltganzen näher führen.

---

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. 1845 S. 152, Th. II. S. 76; Kunth, Lehrbuch der Botanik Th. I. (1847) S. 91–100 und 505.

Drittes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung

in dem Gebiete der kosmischen Erscheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinstrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zustande der Wissenschaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei schon erschienenen Büchern des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet. Ich habe sie darzustellen versucht zuerst in der reinen Objectivität äußerer Erscheinung, dann in dem Reflex eines durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menschen, auf seinen Ideenkreis und seine Gefühle.

Die Außenwelt der Erscheinungen ist unter der wissenschaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologischen und der tellurischen, geschildert worden. Es beginnt dasselbe mit den Sternen, die in den fernsten Theilen des Weltraumes zwischen Nebelflecken aufglimmen, und steigt durch unser Planetensystem bis zur irdischen Pflanzendecke und zu den kleinsten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge verborgenen Organismen herab. Um das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt, um das Walten ewiger Gesetze und den ursachlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen, so weit derselbe bisher erkannt worden ist, anschaulicher hervortreten zu lassen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatsachen vermieden werden. Eine solche Vorsicht schien besonders da erforderlich, wo sich in der tellurischen Sphäre des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß specifischer Stoffverschiedenheit offenbart. In der siderischen oder uranologischen Sphäre des Kosmos sind für das, was der Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Wesen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Masse einer strengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt, die kreisenden Meteor-Asteroiden für Theile unseres Planetensystems zu halten, so setzen diese allein uns, durch ihren Fall auf den Erdkörper, in Contact*) mit unverkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Ursach, weshalb die irdischen Erscheinungen bisher einer mathematischen Gedankenentwickelung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden sind als die, sich gegenseitig störenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unsere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Bestreben war darauf gerichtet, in dem Naturgemälde der Erde durch eine bedeutsame Anreihung der Erscheinungen ihren ursachlichen Zusammenhang ahnden zu

*) Kosmos Buch I. S. 27, 28, 29 und 67.

laſſen. Es wurde der Erdkörper geſchildert in ſeiner Geſtaltung, ſeiner mittleren Dichtigkeit, den Abſtufungen ſeines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehaltes, ſeiner electromagnetiſchen Strömungen und polariſchen Lichtproceſſe. Die Reaction des Inneren des Planeten auf ſeine äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkaniſcher Thätigkeit, die mehr oder minder geſchloſſenen Kreiſe von Erſchütterungswellen und ihre, nicht immer blos dynamiſchen Wirkungen, die Ausbrüche von Gas, von heißen Waſſerquellen und Schlamm. Als die höchſte Kraftäußerung der inneren Erdmächte iſt die Erhebung feuerſpeiender Berge zu betrachten. Wir haben ſo die Central- und Reihen-Vulkane geſchildert, wie ſie nicht bloß zerſtören, ſondern Stoffartiges erzeugen, und unter unſeren Augen, meiſt periodiſch, fortfahren, Gebirgsarten (Eruptions-Geſtein) zu bilden; wir haben gezeigt, wie, im Contraſte mit dieſer Bildung, Sediment-Geſteine ſich ebenfalls noch aus Flüſſigkeiten niederſchlagen, in denen ihre kleinſten Theile aufgelöſt oder ſchwebend enthalten waren. Eine ſolche Vergleichung des Werdenden, ſich als Feſtes Geſtaltenden mit dem längſt als Schichten der Erdrinde Erſtarrten leitete auf die Unterſcheidung geognoſtiſcher Epochen, auf eine ſichere Beſtimmung der Zeitfolge der Formationen, welche die untergegangenen Geſchlechter von Thieren und Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chronologiſch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entſtehung, Umwandlung und Hebung der Erdſchichten bedingen epochenweiſe wechſelnd alle Beſonderheiten der Naturgeſtaltung der Erdoberfläche; ſie bedingen die räumliche Vertheilung des Feſten und Flüſſigen, die Ausdehnung und Gliederung der Continental-Maſſen in horizontaler und ſenkrechter Richtung. Von dieſen Verhältniſſen hangen ab die thermiſchen Zuſtände der Meeresſtröme, die meteorologiſchen Proceſſe in der luftförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die typiſche und geographiſche Verbreitung der Organismen. Eine ſolche Erinnerung an die Aneinanderreihung der telluriſchen Erſcheinungen, wie ſie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweiſen, daß durch die bloße Zuſammenſtellung großer und vermiſcht ſcheinender Reſultate der Beobachtung die Einſicht in ihren Cauſalzuſammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur iſt aber weſentlich geſchwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatſachen der Naturſchilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darſtellung der Erſcheinungswelt Vollſtändigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten beabſichtigt worden iſt, eben ſo wenig hat dieſelbe erreicht werden ſollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menſchen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemeſſene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet ſeit Jahrtauſenden durch die treibenden Kräfte geiſtiger Thätigkeit, zeigt uns in den verſchiedenen Menſchenracen und auf verſchiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths *), bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menſchen zuerſt auf die Heiligung von Naturkräften und gewiſſer Gegenſtände der Körperwelt geleitet; ſpäter folgt er religiöſen Anregungen höherer, rein geiſtiger Art †). Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der Sprachenbildung ‡), in welchem zugleich urſprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbeſtimmende Elemente auftreten. Die Menſchheit verarbeitet ſich in den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugniſſe einer ſolchen Geiſtesarbeit gehören eben ſo weſentlich zum Bereich des Kosmos als die Erſcheinungen, die ſich im Inneren abſpiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter ſchöpferiſcher Einbildungskraft ſich nicht rein und treu erhalten kann; ſo entſteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt, voll phantaſtiſcher, zum Theil

*) A. a. O. Buch I. S. 8 und 9, Buch II. S. 195–196 und 236.

†) A. a. O. Buch II. S. 203–206 und 213–215.

‡) A. a. O. Buch I. S. 189–191, Buch II. S. 244–246.

ſymboliſcher Mythen, belebt durch fabelhafte Thiergeſtalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Reſten untergegangener Geſchlechter*) entlehnt ſind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entſprießen dem mythiſchen Boden: wie nach den Edda-Liedern die rieſige Eſche, der Weltbaum Yggdraſil, deſſen Aeſte über den Himmel emporſtreben, während eine ſeiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauſchenden Keſſelbrunnen" der Unterwelt reicht†). So iſt das Nebelland phyſiſcher Mythen, nach Verſchiedenheit der Volksſtämme und der Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Geſtalten gefüllt. Jahrhunderte lang werden ſie durch die Ideenkreiſe ſpäter Generationen vererbt.

Wenn die Arbeit, die ich geliefert, nicht genugſam dem Titel entſpricht, den ich oft ſelbſt als gewagt und unvorſichtig gewählt bezeichnet habe; ſo muß der Tadel der Unvollſtändigkeit beſonders den Theil dieſer Arbeit treffen, welcher das geiſtige Leben im Kosmos, die in die Gedanken- und Gefühlswelt reflectirte äußere Natur, berührt. Ich habe mich in dieſem Theile vorzugsweiſe begnügt, bei den Gegenſtänden zu verweilen, welche in mir der Richtung lang genährter Studien näher liegen: bei den Aeußerungen des mehr oder minder lebhaften Naturgefühls im claſſiſchen Alterthum und in der neueren Zeit; bei den Fragmenten dichteriſcher Naturbeſchreibung, auf deren Färbung die Individualität des Volkscharakters und die religiöſe, monotheiſtiſche Anſicht des Geſchaffenen einen ſo weſentlichen Einfluß ausgeübt haben; bei dem anmuthigen Zauber der Landſchaftmalerei; bei der Geſchichte der phyſiſchen Weltanſchauung, d. i. bei der Geſchichte der in dem Laufe von zwei Jahrtauſenden ſtufenweiſe entwickelten Erkenntniß des Weltganzen, der Einheit in den Erſcheinungen.

Bei einem ſo vielumfaſſenden, ſeinem Zwecke nach zugleich wiſſenſchaftlichen und die Natur lebendig darſtellenden Werke darf ein erſter, unvollkommener Verſuch der Ausführung nur darauf Anſpruch machen, daß er mehr durch das wirke, was er anregt, als durch das, was er zu geben vermag. Ein Buch von der Natur, ſeines erhabenen Titels würdig, wird dann erſt erſcheinen, wenn die Naturwiſſenſchaften, trotz ihrer urſprünglichen Unvollendbarkeit, durch Fortbildung und Erweiterung einen höheren Standpunkt erreicht haben, und wenn ſo beide Sphären des einigen Kosmos (die äußere, durch die Sinne wahrnehmbare, wie die innere, reflectirte, geiſtige Welt) gleichmäßig an lichtvoller Klarheit gewinnen.

Ich glaube hiermit hinlänglich die Urſachen berührt zu haben, welche mich beſtimmen mußten dem allgemeinen Naturgemälde keine größere Ausdehnung zu geben. Dem dritten und vierten Buche des Kosmos iſt es vorbehalten, vieles des Fehlenden zu ergänzen und die Ergebniſſe der Beobachtung darzulegen, auf welche der jetzige Zuſtand wiſſenſchaftlicher Meinungen vorzugsweiſe gegründet iſt. Die Anordnung dieſer Ergebniſſe wird hier wieder die ſein, welcher ich nach den früher ausgeſprochenen Grundſätzen in dem Naturgemälde gefolgt bin. Ehe ich jedoch zu den Einzelheiten übergehe, welche die ſpeciellen Disciplinen begründen, darf es mir erlaubt ſein noch einige allgemeine erläuternde Betrachtungen voranzuſchicken. Das unerwartete Wohlwollen, welches meinem Unternehmen bei dem Publicum in weiten Kreiſen, in und außerhalb des Vaterlandes geſchenkt worden iſt, läßt mich doppelt das Bedürfniß fühlen, mich noch einmal auf das beſtimmteſte über den Grundgedanken des ganzen Werkes und über Anforderungen auszuſprechen, die ich ſchon darum nicht zu erfüllen verſucht habe, weil ihre Erfüllung nach meiner individuellen Anſicht unſeres empiriſchen Wiſſens nicht von mir beabſichtigt werden konnte. An dieſe

*) M. von Olfers, Ueberreſte vorweltlicher Rieſenthiere in Beziehung auf oſtaſiatiſche Sagen, in den Abh. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Urſach des Unterganges der älteſten Thierformen ſ. Hegel's Geſchichte der Philoſophie Bd. II. S. 344.

†) Vergl. über den Weltbaum Yggdraſil und den rauſchenden (tobenden) Keſſelbrunnen Hvergelmir die Deutſche Mythologie von Jacob Grimm 1844 S. 530 und 756, wie Mallet, Northern Antiquities 1847 p. 410, 439, und 492.

rechtfertigenden Betrachtungen reihen sich wie von selbst historische Erinnerungen an die früheren Versuche, den Weltgedanken aufzufinden, der alle Erscheinungen in ihrem Causalzusammenhange auf ein einiges Princip reduciren solle.

Das Grundprincip *) meines Werkes über den Kosmos, wie ich dasselbe vor mehr als zwanzig Jahren in den französischen und deutschen zu Paris und Berlin gehaltenen Vorlesungen entwickelt habe, ist in dem Streben enthalten: die Welterscheinungen als ein Naturganzes aufzufassen; zu zeigen, wie in einzelnen Gruppen dieser Erscheinungen die ihnen gemeinsamen Bedingnisse, d. i. das Walten großer Gesetze, erkannt worden sind; wie man von den Gesetzen zu der Erforschung ihres ursachlichen Zusammenhanges aufsteigt. Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besondren, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung." Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione †). In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Causalzusammenhanges ‡) selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Theilen eine Welterklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, großes und feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener, unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Princip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in menschlicher Form verehrt ‖) worden war, entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der ionischen Schule der

*) Kosmos Buch I. S. 20 und 21 und 30–32.

†) A. a. O. Buch II. S. 343.

‡) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Buch I. S. 20 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, „daß in den Erfahrungswissenschaften die Auffindung von Gesetzen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine." Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen" wäre nothwendig gewesen. Die Vorsicht, mit welcher ich mich im zweiten Buche (S. 359 und 381) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesetzen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechsle. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geliefert, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens (eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden;" von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, da es ihm glückte die Kräfte zu finden, von deren Wirkung die Kepler'schen Gesetze die nothwendige Folge sind." Vergl. über diesen Gegenstand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herschel's Address for the fifteenth meeting of the Brit. Assoc. at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Rev. Vol. 87. 1848 p. 180–18[illegible].

‖) In der denkwürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Bekker), in welcher Aristoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit" spricht, heißt es sehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menschenähnlicher Götter: „vieles ist mythisch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Gesetze und anderer nützlicher Zwecke wegen."

Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen*), aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Naturelemente, oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob sich Anaragoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten Theile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrscht die continuirlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges†), dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaragoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitausend Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Princip alles Naturlebens bezeichnet‡), bleibt diesem Werke fremd.

In einem grellen Contraste mit den beiden Abtheilungen der ionischen Schule steht die, das Universum ebenfalls umfassende, mathematische Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzliche in der Gestaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maaß, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen, welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung" (μίμησις) von ihnen sind. Die grenzenlose Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen ist der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen erkannt werden. Auch Plato's Physik enthält Versuche alle Wesenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche Formen und diese auf die einfachsten (triangularen) Flächen-Figuren‖) zurückzuführen. Was aber die letzten Principien (gleichsam die Elemente der Elemente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmuth, „weiß Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter den Menschen." Eine solche mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die Ausbildung der Atomistik, die Philosophie des Maaßes und der Harmonie, hat noch spät auf die Entwickelung der Naturwissenschaften eingewirkt, auch phantasiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geschichte der physischen Weltanschauung bezeich-

*) Die wichtige Verschiedenheit dieser naturphilosophischen Richtungen, τρόποι, ist klar angedeutet in Aristot. Phys. Auscult. I, 4 pag. 187 Bekk. (Vergl. Brandis im Rhein. Museum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

†) Kosmos Buch I. S. 66 und Anm. †), Buch II. S. 327 und Anm. *). Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491[b] setzt die Centripetalkraft deutlich dem Umschwunge, der Centrifugalkraft entgegen. Sie erkennt des „Nicht-Herabfallens der himmlischen Körper, wenn der Umschwung die Oberhand hat über die eherne Fallkraft, den Zug nach unten." Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der περιχώρησις des Anaragoras vergl. Schaubach im Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107–109.

‡) Schaubach a. a. O. p. 151–156 und 185–189. Für von dem Geiste, νοῦς, beseelt werden auch die Pflanzen gehalten; Aristot. de Plant. I, 1 p. 815 Bekk.

‖) Vergl. über diesen Theil der mathematischen Physik des Plato: Böckh, de platonico syst. coelestium globorum 1810 et 1811; Martin, Etudes sur le Timée T. II. p. 234–242 und Brandis in der Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

net. „Es wohnt ein fesselnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den einfachen Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne, wie sie sich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren*)."

Die Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle Erscheinungen der Natur werden in den physischen Vorträgen (Auscultationes physicae) als bewegende Lebensthätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Beweger der Welt" hängt der Himmel und die Natur† (die tellurische Sphäre der Erscheinungen) ab. Der „Anstoßer," und der letzte Grund aller sinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden‡). Die Einheit in den verschiedenen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe erhoben, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen reducirt. So finden wir in dem Buche von der Seele‖) schon den Keim der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erschütterung, eine Bewegung des Mittels zwischen dem Gesicht und dem gesehenen Gegenstande, nicht durch Ausflüsse aus dem Gegenstande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das Hören verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Lufterschütterung ist.

Aristoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden Vernunft in dem Besondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforschen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den inneren Zusammenhang nicht bloß der Kräfte, sondern auch der organischen Gestalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere spricht er deutlich seinen Glauben an die Stufenleiter der Wesen aus, in der sie von niederen zu höheren Formen aufsteigen. Die Natur geht in ununterbrochenem, fortschreitendem Entwickelungsgange von dem Unbelebten (Elementarischen) durch die Pflanzen zu den Thieren über: zunächst „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber so nahe mit diesen verwandt ist, daß es sich im ganzen wenig von ihm unterscheidet¶)." In dem Uebergange der Bildungen „sind die Mittelstufen fast unmerklich**)." Das große Problem des Kosmos ist dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr," sagt er††) mit sonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „ist nichts zusammenhanglos Eingeschobenes, wie in einer schlechten Tragödie."

Das naturphilosophische Streben alle Erscheinungen des einigen Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen ist in allen physikalischen Schriften des tiefsinnigen Weltweisen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zustand des Wissens, die Unbekanntschaft mit der Methode des Experimentirens, d. h. des Hervorrufens der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, hinderte selbst kleine

---

*) Kosmos Buch II. S. 381 Anm. ¶). Vergl. Grupye über die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

†) Aristot. Polit. VII, 4 p. 1326 und Metaph. XII, 7 pag. 1072, 10 Bekk. und XII, 10 pag. 1074, 5. Das Pseudo-Aristotelische Buch de Mundo, welches Osann dem Chrysippus zuschreibt (Kosmos Buch II. S. 197 und Anm. ‖), enthält ebenfalls (cap. 6 pag. 397) eine sehr beredte Stelle über den Weltordner und Welterhalter.

‡) Die Beweisstellen sind gesammelt in Ritter, Gesch. der Philosophie Th. III. S. 185–191.

‖) Vergl. Aristot. de anima II, 7 pag. 419. In dieser Stelle ist die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichste ausgedrückt; aber in anderen Schriften hat Aristoteles seine Theorie des Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis cap. II p. 459 Bekker: „Es ist offenbar, daß das Sehen, wie ein Leiden, so auch eine Thätigkeit ist, und daß das Gesicht nicht allein von der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, sondern auch in das Mittel einwirkt." Zum Beweise wird angeführt, daß ein neuer, sehr reiner Metallspiegel unter gewissen Umständen, durch den darauf geworfenen Blick einer Frau, schwer zu vertilgende Nebelflecken erhält. (Vergl. damit Martin, Études sur le Timée de Platon T. II. p. 159–163.)

¶) Aristot. de partibus anim. lib. IV cap. 5 pag. 681 lin. 12 Bekker.

**) Aristot. Hist. Anim. lib. IX cap. 1 pag. 608 lin 10–24 Bekker. Wenn im Thierreiche unter den Repräsentanten der vier Elemente auf unserer Erde einige fehlen, z. B. die, welche das Element des ernährenden Feuers darstellen, so können vielleicht diese Mittelstufen im Monde vorkommen (Biese, die Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der Stagirite in einem anderen Planeten sucht, was nur als Mittelglieder der Kette in den untergegangenen Formen der Thier- und Pflanzenarten finden!

††) Aristot. Metaph. lib. XIII cap. 3 pag. 1090 lin. 20 Bekker.

Gruppen physischer Processe in ihrem Causalzusammenhange zu erfassen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraste von + und — erinnert*). Die vermeinten Lösungen der Probleme geben dann die Thatsachen selbst verhüllt wieder, und der sonst überall so mächtig concise Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologischer oder optischer Processe oft in selbstgefällige Breite und etwas hellenische Vielredenheit über. Da der aristotelische Sinn wenig auf Stoff-Verschiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet ist; so tritt die Grundidee, alle tellurischen Naturerscheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umschwung der Himmelssphäre zuzuschreiben, wiederholt hervor: geahndet, mit Vorliebe gepflegt†), aber nicht in absoluter Schärfe und Bestimmtheit dargestellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdischen Erscheinungen an. Pantheistische Ansichten sind ausgeschlossen. Die Gottheit ist die höchste „ordnende Einheit, welche sich in allen Kreisen der gesammten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturwesen die Bestimmung verleiht, als absolute Macht alles zusammenhält‡)." Der Zweckbegriff und die teleologischen Ansichten werden nicht auf die untergeordneten Naturprocesse, die der anorganischen, elementarischen Natur, angewandt, sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen ‖) der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenvertheilung und der Pertubationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen ¶). Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Des kleinen, Pseudo-Aristotelischen, gewiß stoischen Buches vom Kosmos ist hier, trotz seines Namens, nicht Erwähnung geschehen. Es stellt zwar, naturbeschreibend und oft mit rhetorischer Lebendigkeit und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreises dar; aber es offenbart keine Tendenz, die Erscheinungen des Kosmos auf allgemeine physikalische, d. h. in den Eigenschaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzendsten Epoche der Naturansichten des Alterthums ver-

*) Die ἀντιπερίστασις des Aristoteles spielt besonders eine große Rolle in allen Erklärungen meteorologischer Processe; so in den Werken: de generatione et interitu lib. II cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 888 und lib. XIV no. 3 p. 909), die wenigstens nach aristotelischen Grundsätzen abgefaßt sind. In der alten Polaritätstheorie(κατ' ἀντιπερίστασιν ziehen sich aber gleichartige Zustände an und ungleichartige (+ und —) stoßen sich entgegengesetzt ab (vergl. Ideler, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengesetzten Zustände, statt sich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das ψυχρόν steigert das θερμόν: so wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Hagelbildung, indem das Gewölk sich in wärmere Luftschichten senkt, den kalten Körper noch kälter macht." Aristoteles erklärt durch seinen antiperistatischen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Physik durch Leitung, Strahlung, Verdampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die scharfsinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das Jahr 1825 S. 128.

†) „Durch die Bewegung der Himmelssphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdische Erscheinungen hervorgerufen." Aristot. Meteor. I. 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

‡) Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II. cap. 13 pag. 292 Bekker (vergl. Biese Bd. I. S. 352–357).

‖) Aristot. phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V. cap. 1 pag. 778 Bekker.

¶) Aristot. Meteor. XII, 8 p. 1074, zu welcher Stelle eine denkwürdige Erläuterung im Commentar des Alexander Aphrodisiensis enthalten ist. Die Gestirne sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten (Aristot. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie sind das Göttlichere unter dem Erscheinenden τὰ θειότερα τῶν φαινομένων (Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pseudo-Aristotelischen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöse Stimmung vorherrscht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 pag. 400), wird der hohe Aether auch göttlich genannt (cap. 2 pag. 392). Was der phantasiereiche Kepler im Mysterium cosmographicum (cap. 20 p. 71) „bewegende Geister, animae motrices", nennt, ist die verworrene Idee einer Kraft (virtus) welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptsitz hat, nach den Gesetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptischen Bahnen umtreibt. (Vergl. Apelt, Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. S. 472.)

weilt, um den früheſten Verſuchen der Verallgemeinerung die Verſuche der neueren Zeit gegenüberzuſtellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinſicht auf die Erweiterung kosmiſcher Anſchauungen in einem anderen Theile dieſes Buches*) geſchildert worden iſt, zeichnen ſich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturſpiegel des Vincenz von Beauvais, die phyſiſche Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) ſind Werke, welche, ſo mächtig ſie auch auf Zeitgenoſſen gewirkt haben, durch ihren Inhalt nicht dem Titel entſprechen, den ſie führen. Unter den italiäniſchen Gegnern der Ariſtoteliſchen Phyſik wird Bernardino Teleſio aus Coſenza als der Gründer einer rationellen Naturwiſſenſchaft bezeichnet. Alle Erſcheinungen der ſich paſſiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organiſche Leben, die „beſeelten" Pflanzen und Thiere, ſind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweiſe die eine, die Wärme, der himmliſchen; die andere, die Kälte, der irdiſchen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantaſie, aber auch mit tiefem Forſchungsgeiſte begabt, verſucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken †): De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi inumerabili; und De Minimo et Maximo, das Weltganze zu umfaſſen. In der Naturphiloſophie des Teleſio, eines Zeitgenoſſen des Copernicus, erkennt man wenigſtens das Beſtreben, die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden," doch ähnlich ſind den Grundkräften der Anziehung und Abſtoßung in der dynamiſchen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmiſchen Anſichten des Nolaners ſind nicht metaphyſiſch; ſie ſuchen nicht die Urſachen der ſinnlichen Erſcheinungen in der Materie ſelbſt, ſondern berühren „die Unendlichkeit des mit ſelbſtleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beſeeltheit dieſer Welten, die Beziehungen der höchſten Intelligenz, Gottes, zu dem Univerſum." Mit geringem mathematiſchen Wiſſen ausgerüſtet, war Giordano Bruno doch bis zu ſeinem furchtbaren Martertode ‡) ein enthuſiaſtiſcher Bewunderer von Copernicus, Tycho und Kepler. Zeitgenoſſe des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von Hans Lippershey und Zacharias Janſen, und alſo auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt," der Venus-Phaſen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuverſicht auf das, was er nennt lume interno, ragione naturale, altezza dell' intelleto, überließ er ſich glücklichen Ahndungen über die Bewegung der Fixſterne, die planetenartige Natur der Cometen und die von der Kugelform abweichende Geſtalt der Erde ||). Auch das griechiſche Alterthum iſt voll von ſolchen uranologiſchen Verheißungen, die ſpäter erfüllt wurden.

In der Gedankenentwickelung über kosmiſche Verhältniſſe, deren Hauptformen und Hauptepochen hier aufgezählt werden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erſcheinen von Newton's unſterblichem Werke der Principia philosophiae naturalis, einer mathematiſchen Anwendung der Gravitations-Lehre am nächſten. Wenn der Eklektiker Simplicius dies

*) Kosmos Buch II. S. 318–324.

†) Vergl. die ſcharfſinnige und gelehrte Bearbeitung der Werke des Philoſophen von Nola in der Schrift: Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

‡) Verbrannt zu Rom am 17. Februar 1600, nach der Sentenz: ut quam clementissime et citra sanguinis effusionem puniretur. Bruno war 6 Jahre unter den Bleidächern in Venedig, zwei Jahre in der Inquiſition zu Rom gefangen geweſen. Als das Todesurtheil ihm verkündigt ward, ſagte der nicht gebeugte Mann die ſchönen, muthigen Worte: majori forsitan cum timore sententiam in me fertis, quam ego accipiam. Aus Italien flüchtig (1580), kehrte er in Genf, in Lyon, Toulouſe, Paris, Oxford, Marburg, Wittenberg (das er Deutſchlands Athen nennt), Prag, Helmſtädt, wo er 1589 die wiſſenſchaftliche Ausbildung des Herzog Heinrich Julius von Braunſchweig-Wolfenbüttel vollendete (Bartholmèß T. I. p. 167–178), und bis 1592 in Padua.

||) Bartholmèß T. II. p. 219, 232 und 278. Ueber die große Himmelsbegebenheit des alljährigen (1572) in der Caſſiopea aufloderndem neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beobachtungen ſorgfältig zuſammengeſtellt. Seine naturphiloſophiſchen Beziehungen zu zweien ſeiner calabreſiſchen Landsleute, Bernardino Teleſio und Thomas Campanella, wie zu dem platoniſirenden Cardinal Nicolaus Kreds aus Cuſa (ſ. Kosmos Buch II. S. 358) ſind in neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

im allgemeinen den Grundſatz ausſprach, „das Nicht-Herabfallen der himmliſchen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umſchwung (die Centrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten;“ wenn Joannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgeſetzten Streben zum Falle“ zuſchrieb; wenn, wie wir ſchon früher bemerkt, Copernicus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie ſie in der Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten bezeichnet: gravitatem non aliud esse quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam esse conferant, in formam globi coëuntes: ſo finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche de Stella Martis*) zuerſt numeriſche Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Maſſen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt beſtimmt Ebbe und Fluth†) als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) ſich bis zur Erde erſtrecke; ja daß dieſe Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eiſen ausübt,“ die Erde des Waſſers berauben würde, wenn dieſe aufhörte daſſelbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre ſpäter, 1619, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuſchrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonice Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu ſchildern, deſſen wallfiſchartige Reſpiration, in periodiſchem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anſchwellen und Sinken des Oceans verurſacht. Bei dem mathematiſchen, ſchon von Laplace anerkannten Tiefſinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet‡), iſt zu bedauern, daß der Entdecker von den drei großen Geſetzen aller planetariſchen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeſchritten iſt, zu welchem ihn ſeine Anſichten über die Maſſen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntniſſen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematiſchen Phyſik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiae nannte, die ganze Welt der Erſcheinungen, die himmliſche Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdiſchen Natur wußte, zu umfaſſen. Der Organismus der Thiere, beſonders der des Menſchen, für welchen er eilf Jahre lang‖) ſehr ernſte anatomiſche Studien gemacht, ſollte das Werk

---

*) „Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius *moles* in comparatione. Si luna et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua aequipollente, quaelibet in suo circuitu, Terra *adscenderet* ad Lunam quinquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis.“ Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellae Martis 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Anſichten von der Gravitation ſ. Kosmos Buch II. S. 357 und Anm.

†) „Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquas marinas omnes elevarentur et in corpus Lunae influerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolectat aquas quacunque in verticem loci incidit, sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi, ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciosa reciprocationis libertas.“ (Kepler l. c.) „Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete....“ Kepleri Harmonices Mundi libri quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieſelbe Schrift, welche ſo viel herrliches darbietet, ja, die Begründung des wichtigen dritten Geſetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten ſich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen), wird durch die muthwilligſten Phantaſieſpiele über die Reſpiration, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres, über des Thieres Seele, ſein Gedächtniß (memoria animae Terrae), ja ſeine ſchaffende Einbildungskraft (animae Telluris imaginatio) verunſtaltet. Der große Mann hielt ſo feſt an dieſen Träumereien, daß er mit dem myſtiſchen Verfaſſer des Macrocosmos, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben ſoll), über das Prioritätsrecht der Anſichten vom Erdthiere ernſthaft haderte (Harm. Mundi p. 252.)— Maſſen-Anziehung wird in Kepler's Schriften oft mit magnetiſcher Anziehung verwechſelt. „Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis.“ (Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.) Jedem Planeten wurde eine Magnetachſe zugeſchrieben, welche ſtets nach einer und derſelben Weltgegend gerichtet iſt. (Apelt, Joh. Keppler's aſtron. Weltanſicht 1849 S. 73.)

‡) Vergl. Kosmos Buch II. S. 367 und Anm.

‖) La vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

beſchließen. In der Correſpondenz mit dem Pater Merſenne findet man häufige Klagen über das langſame Fortſchreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit, ſo viele Materien an einander zu reihen. Der Kosmos, den Descartes immer ſeine Welt (son Monde) nannte, ſollte endlich am Schluſſe des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden, als das Gerücht von der Verurtheilung Galilei's in der Inquiſition zu Rom, welches erſt drei Monate ſpäter, im October 1633, durch Gaſſendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit ſo viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nicht-Herausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einſamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Beſorgniß unehrerbietig gegen die Decrete des heiligen Stuhles wider die planetariſche Bewegung der Erde zu ſein *). Erſt 1664, alſo vierzehn Jahre nach dem Tode des Philoſophen, wurden einige Fragmente unter dem ſonderbaren Titel: Le Monde ou Traité de la Lumière gedruckt†). Die drei Capitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abſchnitte, welche urſprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erdmagnetismus, die Ebbe und Fluth, das Erdbeben und die Vulkane enthalten, in den dritten und vierten Theil des berühmten Werkes Principes de la Philosophie verſetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erſt nach ſeinem Tode erſchienen iſt, verdient, trotz ſeines bedeutungsvollen Namens, in dieſer Aufzählung kosmologiſcher Verſuche kaum genannt zu werden. Es ſind Träume und Ahndungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Thierwelt auf den fernſten Weltkörpern, beſonders über die dort abgeänderte Geſtalt des Menſchengeſchlechts. Man glaubt Kepler's Somnium astronomicum oder Kircher's ecſtatiſche Reiſe zu leſen. Da Huygens ſchon, ganz wie die Aſtronomen unſerer Zeit, dem Monde alles Waſſer‡) und alle Luft verſagte, ſo iſt er über die Exiſtenz des Mondmenſchen noch verlegener als über die Bewohner der „dunſt- und wolkenreichen" ferneren Planeten.

Dem unſterblichen Verfaſſer des Werkes Philosophiae naturalis Principia mathematica gelang es, den ganzen uranologiſchen Theil des Kosmos durch die Annahme einer einigen alles beherrſchenden Grundkraft der Bewegung in dem Cauſalzuſammenhange ſeiner Erſcheinungen zu erfaſſen. Newton zuerſt hat die phyſiſche Aſtronomie zu der Löſung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematiſchen Wiſſenſchaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Weltkörper giebt das Maaß ſeiner anziehenden Kraft: einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältniß des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen beſtimmt, welche nicht bloß die Planeten, ſondern alle Geſtirne der Himmelsräume auf einander ausüben. Aber das newtoniſche, durch Einfachheit und Allgemeinheit ſo bewundernswürdige Theorem der Gravitation iſt in ſeiner kosmiſchen Anwendung nicht auf die uranologiſche Sphäre beſchränkt, es beherrſcht auch die telluriſchen Erſcheinungen in zum Theil noch unerforſchten Richtungen; es giebt den Schlüſſel zu periodiſchen Bewegungen im Ocean und in der Atmoſphäre||), zu der Löſung von

*) Lettres de Descartes au P. Mersenne du 19 Nov. 1633 et du 5 Janvier 1634 (Baillet P. I. p. 244–247.)

†) Die lateiniſche Ueberſetzung führt den Titel: Mundus sive Dissertatio de Lumine ut et de aliis Sensuum Objectis primariis. S. R. Descartes, Opuscula posthuma physica et mathematica Amst. 1704.

‡) „Lunam aquis carere et aëre; Marium similitudinem in Luna nullam reperio. Nam regiones planas quae montosis multo obscuriores sunt, quasque vulgo pro maribus haberi video et oceanorum nominibus insigniri, in his ipsis, longiore telescopio inspectis, cavitates exiguas inesse comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris superficiei convenire nequit: tum ipsi campi illi latiores non prorsus aequabilem superficiem praeferunt, cum diligentius eas intuemur. Quodcirca maria esse non possunt, sed materia constare debent minus candicante, quam quae est partibus asperioribus, in quibus rursus quaedam viridiori lumine caeteras praecellunt." Hugenii Cosmotheoros ed. alt. 1699 lib. II p. 114. Auf dem Jupiter vermißt aber Huygens viel Sturm und Regen, denn: ventorum flatus ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur (lib. I. p. 69). Die Träume von Huygens über die Bewohner ferner Planeten, eines ſtrengen Mathematikers eben nicht würdig, ſind leider von Immanuel Kant in ſeinem vortrefflichen Werke: Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels 1755 (S. 173–192) erneuert worden.

||) Laplace (des oscillations de l'atmosphère,

Problemen der Capillarität, der Endosmoſe, vieler chemiſcher, electro-magnetiſcher und organiſcher Proceſſe. Newton*) ſelbſt unterſchied ſchon die Maſſenanziehung, wie ſie ſich in den Bewegungen aller Weltkörper und in den Phänomenen der Ebbe und Fluth äußert, von der Molecular-Anziehung, die in unendlich kleiner Entfernung und bei der innigſten Berührung wirkſam wird.

Auf dieſe Weiſe zeigt ſich unter allen Verſuchen, das Veränderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprincip zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als der umfaſſendſte und kosmiſch vielverheißendſte. Allerdings laſſen ſich, trotz der glänzenden Fortſchritte, welche in neueren Zeiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunſt mit chemiſchen Elementen und in den Volum-Verhältniſſen der gemengten Gas-Arten) gemacht ſind, noch nicht alle phyſikaliſchen Theorien der Stofflehre auf mathematiſch beſtimmbare Erklärungsgründe zurückführen. Empiriſche Geſetze ſind aufgefunden, und nach den weitverbreiteten Anſichten der Atomiſtik oder Corpuſcular-Philoſophie iſt manches der Mathematik zugänglicher geworden; aber bei der grenzenloſen Heterogeneität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregations-Zuſtänden der ſogenannten Maſſentheilchen ſind die Beweiſe jener empiriſchen Geſetze noch keinesweges aus der Theorie der Contact-Anziehung mit der Gewißheit zu entwickeln, welche die Begründung von Kepler's drei großen empiriſchen Geſetzen aus der Theorie der Maſſen-Anziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derſelben Zeit aber, in der Newton ſchon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derſelben Kraft ſeien, hielt er die Gravitation ſelbſt nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie†); ſondern entweder für abgeleitet von einer, ihm noch unbekannten, höheren Kraft, oder für Folge eines „Umſchwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwiſchenräumen der Maſſentheilchen dünner iſt, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt.“ Die letztere Anſicht iſt umſtändlich in einem Briefe an Robert Boyle‡) (vom 28. Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „ich ſuche in dem Aether die Urſach der Gravitation.“ Acht Jahre ſpäter, wie man aus einem Schreiben an Halley erſieht, gab Newton dieſe Hypotheſe des dünneren und dichteren Aethers gänzlich auf||). Beſonders auffallend iſt es, daß er neun Jahre vor

---

du flux solaire et lunaire) in der Mécanique céleste livre IV und in der Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 291–296.

*) Adjicere jam licet de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente et in iisdem latente, cujus vi et actionibus particulae corporum ad *minimas distantias* se mutuo *attrahunt* et contiguae factae cohaerent. Newton, Principia Phil. nat. (ed. Le Seur et Jacquier 1760) Schol. gen. T. III. p. 676. Vergl. auch Newton, Opticks (ed. 1718) Query 31 p. 305 und 353, 367 und 372. (Laplace, Syst. du Monde p. 384; Kosmos Buch I. S. 27 u. 28 A. *).

†) Hactenus phaenomena caelorum et maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae.— Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo. Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas. Newton, Principia Phil. nat. p. 676. — To tell us that every species of things is endow'd with an occult specifick quality, by which it acts and produces manifest effects, is to tell us nothing: but to derive two or three general principles of motion from phaenomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal things follow from those manifest principles, would be a very great step in Philosophy, though the causes of those principles were not yet discovered: and therefore I scruple not to propose the principles of motion and leave their causes to be found out. Newton, Opticks p. 377. Früher, Query 31 p. 351, heißt es: Bodies act one upon another by the attraction of gravity, magnetism and electricity, and it is not improbable that there may be more attractive powers than these. How these attractions may be performed, I do not here consider. What I call attraction, may be performed by *impulse*, or by some other means unknown to me. I use that word here to signify only in general any force by which bodies tend towards one another, whatsoever be the cause.

‡) I suppose the rarer aether within bodies and the denser without them. Operum Newtoni Tomus IV. (ed. 1782 Sam. Horsley) p. 386, mit Anwendung auf die Erklärung der von Grimaldi entdeckten Diffraction oder Lichtbeugung. Am Schluſſe des Briefes von Newton an Robert Boyle vom Febr. 1678 p. 394 heißt es: I shall set down one conjecture more which came into my mind: it is about the cause of gravity .... Auch die Correſpondenz mit Oldenburg vom December 1675 beweiſt, daß der große Mann damals den Aether-Hypotheſen nicht abgeneigt war. Nach dieſen ſollte der Stoß des materiellen Lichtes den Aether in Schwingung ſetzen: die Schwingungen des Aethers allein, welcher Verwandtſchaft mit einem Nerven-Fluidum hat, erzeugten nicht das Licht. S. über den Streit mit Hooke Horsley T. IV. p. 378–380.

||) Brewster, Life of Sir Isaac Newton p. 303–305.

ſeinem Tode, 1717, in der ſo überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage ſeiner Optik es für nöthig hielt beſtimmt zu erklären, daß er die Gravitation keinesweges für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte*): während Gilbert ſchon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft anſah. So ſchwankend war der tiefſinnigſte, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton ſelbſt, über die „letzte mechaniſche Urſach" aller Bewegung.

Es iſt allerdings eine glänzende, des menſchlichen Geiſtes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Geſetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organiſches Ganzes aufzuſtellen; aber der unvollkommene Zuſtand ſo vieler Theile unſeres Naturwiſſens ſetzt der Löſung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungsſphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie ſelbſt zu erklären, zu einer unbeſtimmten. Das Wahrgenommene erſchöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortſchritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwiſſen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortſchrittes gedenken; ſo erfaſſen wir die periodiſchen, endloſen Umwandelungen, welche allen phyſikaliſchen Wiſſenſchaften noch bevorſtehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturproceſſe, wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematiſchen Gedankenentwickelung zugänglich geworden ſind; ſo bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Urſach chemiſcher Stoffverſchiedenheit, wie von der ſcheinbar allen Geſetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achſenſtellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abſtande ihrer Satelliten, in der Geſtalt der Continente und der Stellung ihrer höchſten Bergketten. Die hier beiſpielsweiſe genannten räumlichen Verhältniſſe können bisher nur als etwas thatſächlich in der Natur Daſeiendes betrachtet werden. Sind die Urſachen und die Verkettung dieſer Verhältniſſe noch nicht ergründet, ſo nenne ich ſie darum aber nicht zufällig. Sie ſind das Reſultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung unſeres Planetenſyſtems, von geognoſtiſchen Vorgängen bei der Erhebung der äußerſten Erdſchichten als Continente und Gebirgsketten. Unſere Kenntniß von der Urzeit der phyſikaliſchen Weltgeſchichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daſeiende als etwas Werdendes zu ſchildern †).

Wo demnach der Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen noch nicht hat vollſtändig erkannt werden können, iſt die Lehre vom Kosmos oder die phyſiſche Weltbeſchreibung nicht eine abgeſonderte Diſciplin aus dem Gebiet der Naturwiſſenſchaften. Sie umfaßt vielmehr dieſes ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmliſchen und der

*) Die Erklärung not to take gravity for an essential property of bodies, welche Newton im Second advertisement giebt, contraſtirt mit den Attractions- und Repulſions-Kräften, welche er allen Maſſentheilchen (molécules) zuſchreibt, um nach der Emiſſions-Theorie die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen von ſpiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung" zu erklären. (Newton, Opticks Book II. Prop. 8 p. 241 und Brewſter a. a. O. p. 301.) Nach Kant (ſ. die Metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft 1800 S. 28) kann die Exiſtenz der Materie nicht gedacht werden, ohne dieſe Kräfte der Anziehung und Abſtoßung. Alle phyſiſchen Erſcheinungen ſind deshalb nach ihm wie nach dem früheren Goodwin Knight (Philos. Transact. 1748 p. 264) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomiſtiſchen Syſtemen, die Kant's dynamiſchen Anſichten diametral entgegengeſetzt ſind, wurde nach einer Annahme, welche beſonders durch Lavoiſier ſich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten ſtarren Grundkörperchen (molécules), aus denen alle Körper beſtehen ſollen; die Abſtoßungskraft aber den Wärmeſtoff-Atmoſphären, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeſchrieben. In dieſer Hypotheſe, welche den ſogenannten Wärmeſtoff als eine ſtetig ausgedehnte Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarſtoffe, wie in der Reihe von zwei Aether-Arten (Newton, Opt. Query 28 p. 339), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der molécules in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomiſtiſchen Hypotheſen zu dem Reſultate: daß der Abſtand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmeſſer iſt.

†) Kosmos Buch I. S. 44–46.

tellurischen; aber sie umfaßt sie unter dem einigen Gesichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen*). Wie „bei der Darstellung des Geschehenen in der moralischen und politischen Sphäre der Geschichtsforscher†) nach menschlicher Ansicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erspähen, sondern nur an den Ideen erahnden kann, durch die sie sich offenbaren;" so durchdringt auch den Naturforscher bei der Darstellung der kosmischen Verhältnisse ein inniges Bewußtsein, daß die Zahl der weltreibenden, der gestaltenden und schaffenden Kräfte keinesweges durch das erschöpft ist, was sich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erscheinungen ergeben hat.

A.

Ergebnisse der Beobachtung

aus dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternschwärme, welche dem teleskopischen Sehen als schwach aufglimmende Nebelflecke erscheinen. Stufenweise steigen wir herab zu den um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden, oft zweifarbigen Doppelsternen; zu den näheren Sternschichten, deren eine unser Planetensystem zu umschließen scheint; durch dieses Planetensystem zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, das wir bewohnen. Es ist schon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes‡) angedeutet worden, daß dieser Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemessen ist: da hier nicht, den Bedürfnissen unmittelbarer sinnlicher Anschauung entsprechend, von dem heimischen, durch organische Kräfte auf seiner Oberfläche belebten, irdischen Wohnsitze begonnen und von den scheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologische Gebiet, dem tellurischen entgegengesetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Astrognosie oder den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnen- und Planetensystem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine solche Nomenclatur, die Bezeichnung solcher Abtheilungen ist, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es sind in den Naturwissenschaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre strengere Begrenzung hinlänglich kannte‖). Das wichtigste bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden sollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

a. Astrognosie (Fixsternhimmel).

Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne sind es nicht: wie zuerst Halley¶) an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun versuchte, und die neuere Zeit unwidersprechlich bei vielen erwiesen hat. Der helle Stern im Ochsenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (seit Aristillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittehalb Voll-

---

*) A. a. O. Buch I. S. 23, 25 und 27.
†) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 23.
‡) Kosmos Buch I. S. 36 und 38.
‖) A. a. O. Buch I. S. 27.
¶) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol XXX p. 736.

mond-Breiten ſeinen Ort verändert gegen die benachbarten ſchwächeren Sterne. Ende bemerkt, „daß der Stern μ in der Caſſiopeja um $3^1/_2$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erſchienen ſein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug geweſen wären, um es anzuzeigen.“ Schlüſſe, auf Analogien gegründet, berechtigen zu der Vermuthung, daß überall fortſchreitende und auch wohl rotirende Bewegung iſt. Der Name Fixſtern leitet auf irrige Vorausſetzungen: man mag ihn in ſeiner erſten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftet-Sein in den kryſtallenen Himmel, oder nach ſpäterer, mehr römiſcher Deutung auf das Feſte, Ruhende beziehen. Eine dieſer Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechiſchen Alterthum, wenigſtens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ioniſchen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alkmäon, wurden alle Geſtirne eingetheilt in wandelnde (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά) und in nicht wandelnde, feſte Sterne (ἀπλανεῖς ἀστέρες oder ἀπλανῆ ἄστρα*). Neben dieſer allgemein gebrauchten Benennung der Fixſterne, welche Macrobius in Somnium Scipionis durch Sphaera aplanis latiniſirt†), findet ſich bei Ariſtoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixſterne der Name eingehefteter Geſtirne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, ſtatt ἀπλανῆ‡). Aus dieſer Wortform ſind entſtanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unſere Fixſterne‖). Die Idee des Eingeheftet-Seins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des feſt an einer Stelle Bleibens; und ſo wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateiniſchen Ueberſetzungen, die urſprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein feſtgehalten. Den Anſtoß dazu finden wir ſchon in der ſehr rhetoriſchen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII, 24) über die Möglichkeit neue Planten zu entdecken: credis autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; *ceteras stare, fixum et immobilem populum?* Dies ſtille, unbewegliche Volk iſt nirgends zu finden.

Um die Hauptreſultate wirklicher Beobachtung und die Schlüſſe oder Vermuthungen, zu welchen dieſe Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, ſondere ich in der aſtrognoſtiſchen Sphäre der Weltbeſchreibung von einander ab:

1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen ſcheint;

2) das natürliche und teleſcopiſche Sehen, das Funkeln der Geſtirne, die Geſchwindigkeit des Lichts und die photometriſchen Verſuche über die Intenſität des Sternenlichtes;

3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternſchwärme) und die Milchſtraße, die mit wenigen Nebelflecken gemengt iſt;

4) die neuerſchienenen und die verſchwundenen Sterne, die periodiſch veränderlichen;

5) die eigene Bewegung der Fixſterne, die problematiſche Exiſtenz dunkeler Weltkörper, die Parallaxe und gemeſſene Entfernung einiger Fixſterne;

---

*) Pſeudo-Plut. de plac. Philos. II, 15–16; Stob. Eclog. phys. p. 582; Plato im Tim. p. 40.

†) Macrob. Somn. Scip. I, 9–10; stellae inerrantes bei Cicero de nat. deorum III, 20.

‡) Die Hauptſtelle für den techniſchen Ausdruck ἐνδεδεμένα ἄστρα iſt Ariſtot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19 Bekker. Es hatte dieſe Veränderung der Nomenclatur ſchon früher bei meinen Unterſuchungen über die Optik des Ptolemäus und ſeine Verſuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerkſamkeit lebhaft auf ſich gezogen. Herr Profeſſor Franz, deſſen philologiſche Gelehrſamkeit ich oft und gern benutze, erinnert, daß auch Ptolemäus (Syntax. VII, 1) von den Fixſternen ſagt: ὥσπερ προσπεφυκότες, wie angeheftet. Ueber den Ausdruck σφαῖρα ἀπλανής (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tadelnd: „in ſo fern die Sterne ihre Abſtände ſtets zu einander bewahren, können wir ſie mit Recht ἀπλανεῖς nennen; in ſo fern aber die ganze Sphäre, in welcher ſie gleichſam angewachſen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, iſt die Benennung ἀπλανής für die Sphäre wenig paſſend.“

‖) Cicero de nat. deor. I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

6) die Doppelsterne und die Zeit ihres Umlaufs um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt;

7) die Nebelflecke, welche in den Magellanischen Wolken mit vielen Sternhaufen vermischt sind, die schwarzen Flecke (Kohlensäcke) am Himmelsgewölbe.

I.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwischen den Gestirnen zu erfüllen scheint.

Man ist geneigt, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von dem anhebt, was die fernsten Himmelsräume zwischen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unseren Organen unerreichbar bleibt, mit den mythischen Anfängen der Weltgeschichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erscheint alles in ungewissem, oft täuschendem Dämmerlichte. Die Phantasie ist dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben *). Ein solches Geständniß kann genügen, denke ich, um vor dem Vorwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Messung zu einer mathematischen Gewißheit erhoben worden, mit dem zu vermischen, was auf sehr unvollständige Induction gegründet ist. Wilde Träume gehören in die Romantik der physischen Astronomie. Ein durch wissenschaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei solchen Fragen, welche, in genauem Zusammenhange mit dem dermaligen Zustande unseres Wissens, wie mit den Hoffnungen, welche dieser Zustand erregt, schon von den ausgezeichnetsten Astronomen unserer Zeit einer ernsten Erörtung werth gehalten worden sind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und strahlende Wärme †) stehen wir, wie man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, in Verkehr nicht bloß mit unserer Sonne, sondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerstande, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufszeit meßbar entgegensetzt, hat sich durch die genaue Uebereinstimmung der numerischen Verhältnisse vollständig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüsse können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die sicheren Resultate einer mathematischen Naturphilosophie von den Ahndungen trennt, die auf die Aeußersten, und darum sehr nebeligen und öden Grenzen aller wissenschaftlichen Gedankenentwickelung gerichtet sind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Aristoteles bezweifelt ward ‡), folgt seine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile sind meßbar geworden; und die, alle unsere Fassungskraft überschreitenden Resultate der Messung werden gern von denen zusammengestellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen, durch staunen- und schreckenerregende Bilder physischer Größe den Eindruck der Erhabenheit astronomischer Studien vorzugsweise zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne ist 657000 Halbmesser der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um diese Entfernung zu durchlaufen, während es in 8′ 17″,78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herschel vermuthet nach einer sinnreichen Combination photometrischer Schätzungen ||), daß Sterne des großen Ringes der Milchstraße, die er im 20füßigen Teleskop aufglimmen sah, wären es neu entstandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den ersten Lichtstrahl zuzusenden.

---

*) Kosmos Buch I S. 41. (Vergl. die vortrefflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 7.)

†) Kosmos Buch I. S. 78.

‡) Aristot. de Coelo I, 7 p. 276 Bekker.

||) Sir John Herschel, Outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 641.

Alle Verſuche, ſolche numeriſchen Verhältniſſe anſchaulich zu machen, ſcheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch ſie gemeſſen werden ſollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieſer Einheit. Beſſel ſagt ſehr wahr*), daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anſchaulicher für uns iſt als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung, eine Größe zu verſinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überſchreitet." Die unſere Faſſungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet ſich uns in den kleinſten Organismen des Thierlebens wie in der Milchſtraße der ſelbſtleuchtenden Sonnen dar, die wir Fixſterne nennen. Welche Maſſe von Polythalamien ſchließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideſchicht ein! Von der microſcopiſchen Galionella distans enthält ein Cubikzoll nach dieſem großen Naturforſcher in der 40 Fuß hohen Bergkuppe des Biliner Polirſchiefers 41000 Millionen Einzelthiere. Von Galionella ferruginea enthält der Cubikzoll über 1 Billion 750,000 Millionen Individuen†). Solche Schätzungen erinnern an den Arenarius (ψαμμίτης) des Archimedes, an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszuſprechenden Zahlen und räumlicher Größe von Dauer und langen Zeitperioden den Menſchen an ſeine Kleinheit, an ſeine phyſiſche Schwäche, an das Ephemere ſeiner Exiſtenz; ſo erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtſein, durch Anwendung und glückliche Selbſtentwicklung der Intelligenz ſchon ſo Vieles und ſo Wichtiges von der Geſetzmäßigkeit der Natur, von der ſideriſchen Weltordnung erforſcht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Geſtirne von einander trennen, nicht leer‡), ſondern mit irgend einer Materie gefüllt ſind, wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, ſondern auch eine beſondere Art ſeiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen wirkende widerſtehende (hemmende) Mittel, und die Verdunſtung zahlreicher und mächtiger Cometenſchweife zu beweiſen ſcheinen; ſo müſſen wir aus Vorſicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbeſtimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmiſche (nicht ſelbſtleuchtende) Materie, und Weltäther, die letzten, uns aus dem früheſten ſüd- und weſt-aſiatiſchen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieſelben Ideen bezeichnet hat. Bei den indiſchen Naturphiloſophen gehört der Aether (âkâ'sa) zum Fünfthum (pantschatâ); d. h. er iſt eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Univerſum, das ganze Weltall, durchdringt, ſowohl der Anreger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles‖). Etymologiſch bedeutet âkâ'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und ſteht demnach in ſeiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen ſo nahe, als leuchten dem brennen ſteht."

Dieſer Aether (αἰθήρ) war nach den Dogmen der ioniſchen Naturphiloſophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünſten gefüllten Luft (ἀήρ), die den Erdkreis umgiebt „und vielleicht bis zum Monde reicht," ganz verſchieden. Er war „feuriger Natur, eine reine Feuerluft, hellſtrahlend¶), von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit." Mit dieſer Definition ſtimmt vollkommen die etymolo-

*) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 50.

†) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 59, in den Infuſionsthieren S. 170.

‡) Schon Ariſtoteles (Phys. Auscult. IV, 6 bis 10 pag. 213–217 Bekker) beweiſt gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum, kein Leeres giebt.

‖) „Âkâ'sa iſt nach Wilſon's Sanskrit-Wörterbuch the subtle and aetherial fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort âkâ'sa (leuchtend, glänzend) kommt von der Wurzel kâ's, leuchten, in Verbindung mit der Präpoſition â. Das Fünfthum aller Elemente heißt pantschatâ oder pantschâtra, und der Todte wird ſonderbar genug erlangte Fünfthum habend (prâpta-panschatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöſt, genannt. So im Text des Amarakoscha, Amarasinha's Wörterbuch." (Bopp.) — Von den fünf Elementen handelt Colebrooke's vortreffliche Abhandlung über die Sänkhya-Philoſophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt ſchon nach Megaſthenes (XV § 59 pag. 713 Caſ.) des allen geſtaltenden fünften Elements der Inder, ohne es jedoch zu nennen.

¶) Empedocles v. 216 nennt den Aether πυρὸς αἰθόμενον, hellſtrahlend, alſo ſelbſtleuchtend.

gliſche Ableitung von brennen (αἴθειν): die ſpäter ſonderbar genug aus Vorliebe für mechaniſche Anſichten, wegen des beſtändigen Umſchwunges und Kreislaufes, von Plato und Ariſtoteles wortſpielend in eine andere (ἀεὶ θεῖν) umgewandelt wurde*). Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers ſcheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von ſchweren Erddünſten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftſchichten geweſen zu ſein. In ſo fern die Elemente der Alten weniger Stoffverſchiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zuſtände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem erſten und normalen Gegenſatze von ſchwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwiſchen dieſen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zuſtände: Waſſer, der ſchweren Erde; Luft, dem leichten Feuer näher†).

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch deſſen Transverſal-Schwingungen die neuere Phyſik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenſchaften deſſelben (doppelte Brechung, Polariſation, Interferenz) ſo glücklich nach rein mathematiſcher Gedankenentwickelung erklärt. In der Naturphiloſophie des Ariſtoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätheriſche Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er in ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines ſeeliſchen Princips werde, welches unvermiſcht mit dem Körper die Menſchen zur Selbſtthätigkeit anfache‡). Dieſe Phantaſien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum in die irdiſche Sphäre herab; ſie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und ſtarre Körper continuirlich durchdringende Subſtanz: ganz wie den ſchwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jetzigen Phyſikern. Was aber zunächſt beide Hypotheſen des Aethers, die ältere ioniſche und die neuere, von einander unterſcheidet, iſt die urſprüngliche, wenn auch von Ariſtoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbſtleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellſtrahlend (παμφανόων) genannt und bei gewiſſen Erſcheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Riſſe (χάσματα), die in dem Firmamente ſich bilden, in Feuerglanz geſehen ||).

Bei dem jetzt ſo vielfach erforſchten innigen Verkehr zwiſchen Licht, Wärme, Electricität

*) Plato, Cratyl. 410 B, wo ἀειθερ vorkommt. Ariſtot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaxagoras: αἰθέρα προσωνόμασαν τὸν ἀνωτάτω τόπον, ἀπὸ τοῦ θεῖν ἀεὶ τὸν ἀίδιον χρόνον θέμενοι τὴν ἐπωνυμίαν αὐτῷ. Ἀναξαγόρας δὲ κατακέχρηται τῷ ὀνόματι τούτῳ ἐπὶ τοῦ πυρός· ἐνομάζει γὰρ αἰθέρα ἀντὶ πυρός. Umſtändlicher heißt es in Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21–34 Bekk.: „Der ſogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identificiren ſcheint; denn die obere Region ſei voll Feuer; und jener hielt es mit dieſer Region ſo, daß er ſie für Aether anſah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper ſcheinen die Alten für etwas von Natur Göttliches angeſehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Subſtanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin ſich bewegenden Körper, für Feuer, und, was zwiſchen Erde und den Geſtirnen iſt, für Luft halten, würden von dieſem kindiſchen Wahn wohl abgelaſſen, wenn ſie die Reſultate der neueren Forſchungen der Mathematiker genau betrachten wollten.“ (Eben dieſe Etymologie des Wortes vom ſchnellen Umlaufe wiederholt der ariſtoteliſche oder ſtoiſche Verfaſſer des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekk.) Profeſſor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortſpiel von dem im ewigen Lauf begriffenen Körper (σῶμα ἀεὶ θεῖον) und von Göttlichen (θεῖον), deſſen die Meteorologica erwähnen, auffallend bezeichnend ſei für die griechiſche Phantaſie, und ein Zeugniß mehr gebe für die ſo wenig glückliche Behandlung der Etymologik bei den Alten.“— Prof. Buſchmann macht auf ein Sanskritwort âkâſchtra für Aether, Luftkreis, aufmerkſam, das dem griechiſchen αἰθὴρ ſehr ähnlich ſieht, und ſchon von Vans Kennedy mit ihm zuſammengeſtellt worden iſt (ſ. deſſen Researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt ſich auch für dieſes Wort eine Wurzel (as, asch) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von glänzen, leuchten beigelegt wird.

†) Ariſtot. de Coelo IV, 1 und 3–4 pag. 308 und 311–312 Bekk. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements verſagt, was freilich Ritter, (Geſchichte der Philoſophie Th. III. S. 259) und Martin (Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; ſo iſt es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zuſtand der Materie, ein Gegenſatz fehlt. (Vergl. Bieſe, Philoſophie des Ariſtoteles Bd. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zuſammengeſetzte Dodecaëder, vorgeſtellt (Martin T. II. p. 245–250.)

‡) Siehe die Beweisſtellen geſammelt bei Bieſe Bd. II. S. 63.

||) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. 7.

und Magnetismus wird es für wahrſcheinlich gehalten, daß, wie die Transverſal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erſcheinungen des Lichtes erzeugen, die thermiſchen und electro-magnetiſchen Erſcheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über dieſe Gegenſtände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von dieſem unzertrennliche, ſtrahlende Wärme ſind für die nicht ſelbſtleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unſeres Planeten eine Haupturſach aller Bewegung und alles organiſchen Lebens *). Selbſt fern von der Oberfläche, im Inneren der Erdrinde, ruft die eindringende Wärme electro-magnetiſche Strömungen hervor, welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zerſetzungen, auf alle geſtaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmoſphäre, wie auf die Functionen vegetabiliſcher und animaliſcher Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetiſche Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypotheſe von Sir William Herſchel †) die Sonne ſelbſt ſich in dem Zuſtande „eines perpetuirlichen Nordlichts“ (ich würde ſagen eines electro-magnetiſchen Gewitters) befände; ſo wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aetherſchwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetiſchen Strömungen begleitet ſei.

Unmittelbare Beobachtung der periodiſchen Veränderung in der Declination, Inclination und Intenſität hat freilich bisher in dem Erdmagnetismus bei den verſchiedenen Stellungen der Sonne oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit erkennbart. Die magnetiſche Polarität der Erde zeigt nicht Gegenſätze, welche ſich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar ‡) afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder ſchwingende Bewegung des ausſtrömenden Lichtkegels des Halley'ſchen Cometen, welche Beſſel vom 12. zum 22. October 1835 beobachtete und zu deuten verſuchte, hatte dieſen großen Aſtronomen von dem Daſein einer Polarkraft, „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verſchieden ſei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abſtoßenden Kraft des Sonnenkörpers ||) erfahren.“ Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinſius beſchrieben, hatte bei meinem verewigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematiſch als die electro-magnetiſchen Phänomene im Weltraum werden die Wirkungen der ſtrahlenden Wärme gehalten. Die Temperatur des Weltraums iſt nach Fourier und Poiſſon das Reſultat der Wärmeſtrahlung der Sonne und aller Geſtirne, vermindert durch die Abſorption, welche die Wärme erleidet, indem ſie den „mit Aether“ gefüllten Raum durchläuft ¶). Dieſer Sternenwärme geſchieht ſchon bei den Alten (bei Griechen und Römern **) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil nach einer allgemein herrſchenden Vorausſetzung die Geſtirne der Region des feurigen Aethers angehö-

*) Vergl. die ſchöne Stelle über den Einfluß der Sonnenſtrahlen in John Herſchel, Outlines of Astr. p. 237: „By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the sources of those *great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata.* By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials . . . . .

†) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herſchel, Outlines of Astr. p. 238; Kosmos Buch I. S. 96 und 97 Anm. †).

‡) Beſſel in Schumacher's aſtr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

||) Beſſel a. a. O. S. 186–192 und 229.

¶) Fourier, Théorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numeriſche Schätzungen des Verluſtes, welchen durch Abſorption die Sternenwärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraums erleidet, verſucht Poiſſon, Théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

**) Ueber die wärmende Kraft der Sterne ſ. Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreiſes, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II, 11: „superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . .“

ren, sondern weil sie selbst feuriger Natur*), ja nach der Lehre des Aristarch von Samos Fixsterne und Sonne Einer Natur sind. In der neuesten Zeit ist durch die zwei großen französischen Mathematiker, welche wir eben genannt, das Interesse für die ungefähre Bestimmung der Temperatur der Welträume um so lebhafter angeregt worden, als man endlich eingesehen hat, wie wichtig diese Bestimmung wegen Wärmestrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermischen Verhältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit unseres Planeten ist. Nach der analytischen Theorie der Wärme von Fourier ist die Temperatur des Weltraums (des espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mittleren Temperatur der Pole, vielleicht selbst noch unter dem größten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegenden beobachtet hat. Fourier schätzt sie demnach auf — 50° bis — 60° Cent. (40° bis 48° Réaum. unter dem Gefrierpunkte). Der Eispol (pôle glacial), Punkt der größten Kälte, fällt eben so wenig mit dem Erdpole zusammen als der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die wärmsten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem geographischen Aequator. Der nördliche Erdpol ist, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geschlossen, nach Arago —25°, wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. 62° 46′) von Capitän Back gemessenen Kälte — 56°, 6 (— 45°, 3 Réaum.) war†). Die niedrigste uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, ist wohl die zu Jakutsk (Br. 62° 2′) am 21. Januar 1838 von Neveroff beobachtete. Der in allen seinen Arbeiten so genaue Middendorff hatte die Instrumente des Beobachters mit den seinigen verglichen. Neveroff fand die Kälte des genannten Tages — 60° Cent. (— 48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unsicherheit eines numerischen Resultats für den thermischen Zustand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag, das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemisphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entscheiden soll, noch so wenig bekannt sind. Die Behauptung Poisson's, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahlenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraums eine sehr verschiedene Temparatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnensystems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen seine innere Wärme erhalten habe‡); hat für mich eine sehr geringe physikalische Wahrscheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zustand des Weltraums, ob die Klimate der einzelnen Regionen desselben in dem Lauf der Jahrtausende großen Veränderungen ausgesetzt sind, hängt vorzüglich von der Lösung eines von Sir William Herschel lebhaft angeregten Problemes ab: sind die Nebelflecke fortschreitenden Gestaltungsprocessen unterworfen, indem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne, nach Attractions-Gesetzen, verdichtet? Durch eine solche Verdichtung des kosmischen Nebels nämlich muß, wie bei jedem Uebergange des Gasförmigen und Flüssigen zum Starren, Wärme entbunden werden||). Wenn nach den neuesten Ansichten, nach den wichtigen Beobachtungen von Lord Rosse und

*) Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes im Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 189 und pour 1834 p. 192; Saigey, Physique du Globe 1832 p. 60–78; Swanberg findet aus Discussionen über die Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums — 50°, 3 (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54); Arago aus Polar-Beobachtungen — 56°, 7; Péclet — 60°: Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico — 43°, durch Thermometer-Messungen am Montblanc und bei der aërostatischen Reise von Gay-Lussac — 77°; Sir John Herschel (Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 723) — 132° F., also — 91° Cent. Wie Poisson, da die Mittel-Temperatur von Melville-Insel (Br. 74° 47′) schon — 18°, 7 ist, für den Weltraum aus rein theoretischen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmosphäre sein soll (§ 227 p. 520), nur — 13°, und dagegen Pouillet nach actinometrischen Versuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25–65) gar — 142° finden; muß Wunder nehmen und in diesen interessanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeschlagenen Wegen mindern.

‡) Poisson, Théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erdschichten von dem Centrum angefangen, und ist von diesem zur Oberfläche allmälig fortgeschritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Buch I. S. 90.)

||) Kosmos Buch I. S. 38 und 72.

Dichtigkeit zu bestimmen, welche dem Weltäther zuzuschreiben ist, wenn man denselben in seinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdischen Flüssigkeiten gleich setzt.

Mit der Frage von der Existenz eines ätherischen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von Wollaston *) so lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmosphäre zusammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe stattfinden muß, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere in's Gleichgewicht kommt. Faraday's scharfsinnige Versuche über die Grenze einer Quecksilber-Atmosphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeschlagene Quecksilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen scheinen) haben der Annahme einer bestimmten Oberfläche des Luftkreises, „gleich der Oberfläche der Meere," ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum sich etwas gasartiges unserem Luftkreise beimischen und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton †) hat die Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen und Meteorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man wohl die Vermuthung wagen, daß mit den Strömen des sogenannten November-Phänomens ‡), wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternschnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erscheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electro-magnetische Processe anregen konnte.

II.

Natürliches und telescopisches Sehen. — Funkeln der Gestirne. — Geschwindigkeit des Lichtes. — Ergebnisse aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drittehalb Jahrhunderten, durch künstliche, telescopische Steigerung seiner Sehkraft, das großartigste Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Weträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten sammt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnsring als Dreigestaltung eines Planeten, telescopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda ‖) entdeckt: als sich erst 1634 dem um die Längen-Beobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinstruments zu befestigen und den Arcturus bei Tage aufzusuchen ¶). Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optische Werkzeuge mit astronomischen Instrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Messens in Verhältniß gesetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohres ausgespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen und zwar einen unschätzbaren Werth gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne **) erfunden.

---

*) Wollaston in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herschel, Outl. § 34 und 36.

†) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. „Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum . . . ."

‡) Kosmos Buch I. S. 60 und 67.

‖) Kosmos Buch II. S. 361–371 und Anmerk.

¶) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne *T. II p.* 255, 269 und 272. Morin sagt selbst in seiner 1634 erschienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad alhidadam pro stellis fixis promte et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente sich noch bis 1667 seines Fernrohrs an Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit seiner Ortsmessungen bewunderte (Baily, Catal. of stars p. 38), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

**) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Mar-

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche Sehen, Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wiſſens; ſo zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chineſen zu gedenken, bloß von Timocharis und Ariſtyllus an *) bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortſchritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreiſes erlitten hat, muß man über das erſtaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmſten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltſyſteme, Tycho von der Vervollkommnung der praktiſchen Aſtronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleſcopiſchen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren ſehr wahrſcheinlich ſich ſchon die Alten, mit Gewißheit die arabiſchen Aſtronomen bedienten, zum Abſehen an Dioptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Haſſan ſpricht ſehr beſtimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befeſtigt waren; auch wurde dieſe Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufſuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher ſichtbar wurden als ohne dieſelbe; ſo liegt, wie ſchon Arago bemerkt hat, die Urſach darin, daß die Röhre einen großen Theil des ſtörenden diffuſen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftſchichten abhält, welche zwiſchen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben ſo hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des ſchwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den geſammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intenſität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen ſcheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel beſtrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geſchieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Geſtalt der Geſtirne," irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung †), gedacht.

ſten Meer, die Cromwell den königlichen Truppen lieferte (ſ. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. for 1717–1719 p. 603–610). Ihm gehört, was man lange Picard und Auzout zugeſchrieben und was der beobachtenden Aſtronomie, deren Hauptgegenſtand es iſt, Orte am Himmelsgewölbe zu beſtimmen, einen vorher unerreichten Aufſchwung gegeben hat.

*) Kosmos Buch II. S. 282.

†) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 138 Caſaub.) die Anſicht des Poſidonius zu widerlegen ſucht, lautet nach den Handſchriften alſo: „Das Bild der Sonne vergrößere ſich auf den Meeren, eben ſo wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünſtungen aus dem feuchten Element aufſteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünſtungen ſehe, empfange, wie wenn es durch Röhren ſieht, gebrochen die Bilder in erweiterter Geſtalt; und daſſelbe geſchehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen ſehe, in welchem Falle denn auch das Geſtirn röthlich erſcheine." Man hat dieſe Stelle noch ganz neuerdings für corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und ſtatt δι αὐλῶν δι ὑάλων (durch Glaskugeln) leſen wollen (Schneider, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen gläſernen, mit Waſſer gefüllten Kugeln (Seneca I, 6) war den Alten allerdings ſo bekannt als die Wirkungen der Brenngläſer oder Brennkryſtalle (Ariſtoph. Nub. v. 765) und des Neroniſchen Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu aſtronomiſchen Meß-Inſtrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. Vergl. Kosmos Buch II. S. 321 Anm. *). Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkaniſche Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt Recueil d'Observ. ast. Vol. I. p. 123). Obriſt Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelſtreifen, ja bei abſichtlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und alſo Arago's Verſuche völlig beſtätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemeſſen, vergleicht, findet keinen Unterſchied, der 0″,017 erreicht. S. deſſen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140–143; Struve, Etudes stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Abſehen in den arabiſchen Inſtrumenten ſ. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabiſche Aſtronomen haben auch das Verdienſt, zuerſt große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem coloſſalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne ſelbſt. „A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le *tuyau* et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du Soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette." Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Abſeher (Dioptern, pinnulae) wurden bei den

Dichtigkeit zu bestimmen, welche dem Weltäther zuzuschreiben ist, wenn man denselben in seinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdischen Flüssigkeiten gleich setzt.

Mit der Frage von der Existenz eines ätherischen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von Wollaston *) so lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmosphäre zusammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe stattfinden muß, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere in's Gleichgewicht kommt. Faraday's scharfsinnige Versuche über die Grenze einer Quecksilber-Atmosphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeschlagene Quecksilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen scheinen) haben der Annahme einer bestimmten Oberfläche des Luftkreises, „gleich der Oberfläche der Meere," ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum sich etwas gasartiges unserem Luftkreise beimischen und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton †) hat die Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen und Meteorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man wohl die Vermuthung wagen, daß mit den Strömen des sogenannten November-Phänomens ‡), wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternschnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erscheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electro-magnetische Processe anregen konnte.

II.

Natürliches und telescopisches Sehen. — Funkeln der Gestirne. — Geschwindigkeit des Lichts. — Ergebnisse aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drittehalb Jahrhunderten, durch künstliche, telescopische Steigerung seiner Sehkraft, das großartigste Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten sammt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnsring als Dreigestaltung eines Planeten, telescopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda ‖) entdeckt: als sich erst 1634 dem um die Längen-Beobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinstruments zu befestigen und den Arcturus bei Tage aufzusuchen ¶). Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optische Werkzeuge mit astronomischen Instrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Messens in Verhältniß gesetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen und zwar einen unschätzbaren Werth gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne **) erfunden.

---

*) Wollaston in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herschel, Outl. §. 34 und 36.

†) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. „Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum . . . ."

‡) Kosmos Buch I. S. 60 und 67.

‖) Kosmos Buch II. S. 361–371 und Anmerk.

¶) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne *T. II p.* 255, 269 und 272. Morin sagt selbst in seiner 1634 erschienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad alhidadam pro stellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente sich noch bis 1667 keines Fernrohrs an Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit seiner Höhenmessungen bewunderte (Bailly, Catal. of stars p. 81), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

**) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Mar-

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche Sehen, Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wiſſens; ſo zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chineſen zu gedenken, bloß von Timocharis und Ariſtyllus an*) bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortſchritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreiſes erlitten hat, muß man über das erſtaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmſten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltſyſteme, Tycho von der Vervollkommnung der praktiſchen Aſtronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleſcopiſchen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren ſehr wahrſcheinlich ſich ſchon die Alten, mit Gewißheit die arabiſchen Aſtronomen bedienten, zum Abſehen an Dioptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Haſſan ſpricht ſehr beſtimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befeſtigt waren; auch wurde dieſe Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufſuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher ſichtbar wurden als ohne dieſelbe; ſo liegt, wie ſchon Arago bemerkt hat, die Urſach darin, daß die Röhre einen großen Theil des ſtörenden diffuſen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftſchichten abhält, welche zwiſchen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben ſo hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des ſchwachen Lichtes, welches die Luftheilchen von den geſammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intenſität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen ſcheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel beſtrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geſchieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Geſtalt der Geſtirne," irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung †), gedacht.

ſten Meer, die Cromwell den königlichen Truppen lieferte (ſ. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. for 1717–1719 p. 603–610). Ihm gehört, was man Jonge Picard und Auzout zugeſchrieben und was der beobachtenden Aſtronomie, deren Hauptgegenſtand es iſt, Oerter am Himmelsgewölbe zu beſtimmen, einen vorher unerreichten Aufſchwung gegeben hat.

*) Kosmos Buch II. S. 282.

†) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 158 Casaub.) die Anſicht des Poſidonius zu widerlegen ſucht, lautet nach den Handſchriften alſo: „Das Bild der Sonne vergrößere ſich auf den Meeren, eben ſo wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünſtungen aus dem feuchten Element aufſtiegen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünſtungen ſehe, empfange, wie wenn es durch Röhren ſiehe, gebrochen die Bilder in erweiterter Geſtalt; und daſſelbe geſchehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen ſehe, in welchem Falle denn auch das Geſtirn rothlich erſcheine." Man hat dieſe Stelle noch ganz neuerdings für corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und ſtatt δι' αὐλῶν δι' ὑάλων (durch Glaskugeln) leſen wollen (Schneider, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen gläſernen, mit Waſſer gefüllten Kugeln (Seneca I. 6) war den Alten allerdings ſo bekannt als die Wirkungen der Brennglaſer oder Brennkryſtalle (Ariſtoph. Nub. v. 765) und des Nero'ſchen Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu aſtronomiſchen Meß-Inſtrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. Vergl. Kosmos Buch II. S. 321 Anm. *). Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkaniſche Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt Recueil d'Observ. ast. Vol. I. p. 123). Obriſt Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelſtreifen, ja bei abſichtlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und alſo Arago's Verſuche völlig beſtätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemeſſen, vergleicht, findet keinen Unterſchied, der 0″,017 erreicht. S. deſſen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140–143; Struve, Etudes stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Abſehen in den arabiſchen Inſtrumenten ſ. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabiſche Aſtronomen haben auch das Verdienſt, zuerſt große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem coloſſalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne ſelbſt. „A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le *tuyau* et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du Soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette." Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Abſeher (Dioptern, pinnulae) wurden bei den

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixsternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieselben Brechungs-Verhältnisse *). Aber die prismatischen Farbenbilder (Spectra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixsternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre später mit großer Genauigkeit bestimmt hat. Wenn dieser schon 600 dunkle Linien (eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, so stieg in der Arbeit von Sir David Brewster (1833) die Zahl der Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewissen Jahreszeiten bestimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewster hat gezeigt, daß die Erscheinung Folge der verschiedenen Sonnenhöhe und der verschiedenen Absorption der Lichtstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre ist. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermuthen stand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenspectrums. Dagegen sind die dunkeln Linien des Spectrums des Sirius von denen des Castor oder anderer Fixsterne verschieden. Castor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat diese, schon von Fraunhofer angedeuteten Unterschiede bestätigt, und scharfsinnig darauf aufmerksam gemacht, daß bei Fixsternen von jetzt gleichem, völlig weißen Lichte die dunklen Linien nicht dieselben sind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Untersuchungen geöffnet †), um das sicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der absorbirenden Wirkung der Luftschichten, zu trennen.

Einer anderen Erscheinung ist hier zu erwähnen, in welcher die specifische Eigenthümlichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender fester Körper und das Licht des electrischen Funkens zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und Lage der dunkeln Wollaston'schen Linien. Nach den merkwürdigen Versuchen von Wheatstone mit Drehspiegeln soll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine mindestens im Verhältniß von 3 zu 2 (das ist um volle 20980 geographische Meilen in Einer Zeitsecunde) größere Geschwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung ‡) der Polarisation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygen'schen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden ‖), in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hül-

---

Griechen und Arabern zu Bestimmung des Monddurchmessers dergestalt gebraucht, daß die circulare Oeffnung in der beweglichen Objectiv-Dioptre größer als die der fest stehenden Ocular-Dioptre war, und erstere so lange verschoben ward, bis die Mondscheibe, durch die Ocular-Oeffnung gesehen, die Objectiv-Oeffnung ausfüllte. Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201 und Sédillot p. 198. Die Absehen mit runden oder Spaltöffnungen des Archimedes, welcher sich der Schattenrichtung von zwei kleinen, an derselben Alhidade befestigten Cylinder bediente, scheinen eine erst von Hipparch eingeführte Vorrichtung zu sein (Bailly, Hist. de l'Astr. mod. 2de éd. 1785 T. I. p. 480). Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p. 257 und 262; les Hypotyp. de Proclus Diadochus, ed. Halma 1820 p. 107 und 110; und Ptolem. Almag. ed. Halma T. I. Par. 1813 p. LVII.

*) Nach Arago, s. Moigno, Répert. d'Optique moderne 1847 p. 153.

†) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen des Sonnenbildes im Daguerreotype die Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV. 1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402-407.

‡) Kosmos Buch II. S. 370.

‖) Für die wichtige Unterscheidung des eigenen und reflectirten Lichtes kann hier als Beispiel angeführt werden Arago's Untersuchung des Cometenlichtes. Durch Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromatischen Polarisation bewies die Erzeugung von Complementar-Farben, roth und grün, daß in dem Licht des Halley'schen Cometen (1835) reflectirtes Sonnenlicht enthalten sei. Den früheren Versuchen, mittelst gleicher und ungleicher Intensität der Bilder im Polariscop das eigene Licht der Capella mit dem des plötzlich (Anfang Juli 1819) aus den Sonnenstrahlen heraustretenden glanzvollen Cometen zu vergleichen, habe ich selbst beigewohnt. (Annuaire du Bureau des Long. pour 1836 p. 232, Kosmos Buch I. S. 50 u. Anm. †). Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 143.

len *) einzudringen, den Druck und den kleinſten Waſſergehalt der Luftſchichten zu meſſen, den Meeresboden und ſeine Klippen mittelſt einer Turmalin-Platte †) zu erſpähen, ja nach Newton's Vorgange die chemiſche ‡) Beſchaffenheit (Miſchung) mehrerer Subſtanzen ||) mit ihren optiſchen Wirkungen zu vergleichen. Es iſt hinlänglich, die Namen Airy, Arago, Biot, Brewſter, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herſchel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck .... zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichſten Anwendungen des neu Entdeckten dem wiſſenſchaftlichen Leſer ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben dieſe wichtigen Beſtrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariſcop und die beobachtete Stellung farbiger Diffractions-Franſen (Folgen der Interferenz) ſind vielfach gebrauchte Hülfsmittel der Erforſchung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder gewonnen als die phyſiſche Aſtronomie.

So verſchieden auch die Sehkraft unter den Menſchen iſt, ſo giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge eine gewiſſe Mittelſtufe organiſcher Fähigkeit, die bei dem älteren Geſchlechte (bei Griechen und Römern) dieſelbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tauſend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Aſtronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unſichtbar blieben. Die Plejadengruppe beſteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Taygeta; zweien 6ter und 7ter, Pejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Aſterope; und vielen ſehr kleinen teleſcopiſchen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieſelben Namen theilweiſe anderen Sternen beigelegt. Nur die erſtgenannten ſechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit geſehen ¶). Quae septem

---

*) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Humboldt 1840 p. 37: „A l'aide d'une polariscope de mon invention, je reconnus (avant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incandescents, *solides* ou *liquides*, est de la lumière naturelle, tant qu'elle émane du corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au contraire, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre des marques manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à te rappeler ici, comment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse, que la lumière ne s'engendre pas seulement à la surface des corps; qu'une portion naît *dans leur substance même*, cette substance fût-elle du platine. J'ai seulement besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves et avec les mêmes instruments sur la lumière que lance une substance *gazeuse* enflammée, on ne lui trouve, *sous quelque inclinaison que ce soit*, aucun des caractères de la *lumière polarisée*; que la lumière des gaz, prise à la sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle, ce qui n'empêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on la soumet à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une méthode très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance la nature du Soleil. La lumière provenant *du bord de cet astre*, la lumière émanée de la matière solaire *sous un angle aigu*, et nous arrivant sans avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sensibles, offre-t-elle des traces de polarisation, le Soleil est un corps *solide* ou *liquide*. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans la lumière du bord, la *partie incandescente* du Soleil *est gazeuse*. C'est par cet enchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à des notions exactes sur la constitution physique du Soleil." (Ueber die Umhüllungen der Sonne ſ. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle unſtändlichen exegetiſchen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handſchriftlichen Abhandlungen meines Freundes entlehne, gebe ich mit ſeinen eigenen Worten wieder, um Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurücküberſetzen in die franzöſiſche Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Kosmos erſcheint, durch das Schwankende der wiſſenſchaftlichen Terminologie entſtehen können.

†) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme servant, lorsqu'elle est convenablement située, à éliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface de la mer et mêlés à la lumière provenant de l'écueil. S. Arago, Instructions de la Bonite in dem Annuaire pour 1836 p. 339–343.

‡) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfringents des corps d'après leur composition chimique (angewandt auf das Verhältniß des Sauerſtoffs zum Stickſtoff in der atmoſphäriſchen Luft, auf den Waſſerſtoffgehalt im Ammoniak und im Waſſer, auf die Kohlenſäure, den Alkohol und den Diamant) ſ. Biot et Arago, Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires mathém. et phys. de l'Institute T. VII. p. 327–346 und mein Mémoire sur les réfractions astronomiques dans la zone torride in dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

||) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfractive des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le déplacement des franges in Moigno, Répertoire d'Optique mod. 1847 p. 159–162.

¶) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden nur ſechs Sterne ſichtbar ſind, zu widerlegen, ſagt Hipparch (ad Arati phaen. I. pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus iſt ein Stern entgangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondloſen Nacht ſein Auge auf die Conſtellation ſcharf heftet, ſo erſcheinen in derſelben ſieben Sterne: daher es wunderſam ſcheinen kann, daß Aratus bei ſeiner Beſchreibung der Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieſes

dici, sex tamen esse solent; ſagt Ovidius (Fast. IV. 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope, die einzige, die ſich mit einem Sterblichen vermählt, für ſchaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verſchwunden. Sie iſt wahrſcheinlich der Stern faſt 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich ſieben Sterne erkenne. Man ſah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, ſteht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alcor, unſer Reuterchen, welcher nach Triesnecker in 11′ 48″ Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären ſteht, iſt nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saïdak, der Prüfer, genannt: weil, wie der perſiſche Aſtronom Kazwini *) ſagt, „man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte.“ Ich habe Alcor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenloſen Küſte von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen Ebenen der Cordilleren in großer Deutlichkeit, nur ſelten und ungewiſſer in Europa und in den trockenen Luftſchichten der nord-aſiatiſchen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich iſt zwei ſich ſehr nahe ſtehende Objecte am Himmel von einander zu trennen, hängt, wie Mädler ſehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die beiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter Größe werden in gegenſeitiger Entfernung von 6½ Minute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch bei ſehr heiterer Luft ε und 5 Lyrae in 3½ Minute Diſtanz mit bloßem Auge zu ſondern, weil beide 4ter Größe ſind.

Das Ueberglänzen durch die Strahlen des nahen Planeten iſt auch die Haupturſache, warum die Jupiterstrabanten, welche aber nicht alle, wie man oft behauptet, einen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbewaffneten Auge unſichtbar bleiben. Nach neueren Schätzungen und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle, mit nahe ſtehenden Sternen iſt der dritte Trabant, der hellſte, vielleicht 5ter bis 6ter Größe, während die anderen bei wechſelnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe ſind. Nur einzelne Beiſpiele werden angeführt, wo Perſonen von außerordentlicher Scharfſichtigkeit, d. h. ſolche, welche mit bloßen Augen ſchwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich erkennen, einzelne Jupiters-

---

Verſehen hat durchgehen laſſen, als ſei deſſen Angabe in der Ordnung.“ Merope wird in den dem Eratoſthenes zugeſchriebenen Cataſterismen (XXIII) die unſichtbare, ναναφανής, genannt. Ueber einen muthmaßlichen Zuſammenhang des Namens der Verſchleierten (Tochter des Atlas) mit geographiſchen Mythen in der Meropis des Theopompus, wie mit dem großen ſaturniſchen Continent des Plutarch und der Atlantis ſ. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I p. 170. Vergl. auch Ideler, Unterſuchungen über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145, und in Hinſicht aſtronomiſcher Ortsbeſtimmung Mädler, Unterſuch. über die Fixſtern-Syſteme Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie Bailey in den Mem. of the Astr. Soc. Vol. XIII. p. 33.

*) Ideler, Stern-Namen, S. 19 und 25. — „On observe,“ ſagt Arago, „qu'une lumière forte fait disparaître une lumière faible placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est possible physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par la lumière forte s'étend au delà des points que lumière forte a frappés, et que cet ébranlement secondaire absorbe et neutralise en quelque sorte l'ébranlement provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans entrer dans ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on peut indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les rayons provenant de la grande n'ont pas seulement formé une image nette sur la rétine, mais se sont dispersés aussi sur toutes les *parties* de cet organe à cause des imperfections de transparence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant *a* en traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulièrement forme l'image même de *a*, l'autre partie *dispersée* éclaire la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que se projette l'image de l'objet voisin *b*. Cette dernière image doit donc disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre l'oeil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons émanants de tous les points de l'atmosphère visible. *De nuit* les couches atmosphériques interposées entre l'oeil et l'étoile vers laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmament forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière se trouve dispersée à cause du manque de diaphanité de la cornée. Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisième ..... millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en totalité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de ces étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme de lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'image de l'étoile vers laquelle on dirige la vue.“ (Arago, handſchriftliche Aufſätze vom Jahr 1847.)

trabanten ohne Fernrohr geſehen haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten iſt vom Centrum des Planeten 4′ 42″; die des vierten, welcher nur 1/6 kleiner als der größte iſt, 8′ 16″: und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet*), zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intenſiveres Licht, als der Planet; zuweilen erſcheinen ſie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unſerem Auge als von den Planeten und Fixſternen ausgehend erſcheinen, und ſeit den früheſten Zeiten der Menſchheit in bildlichen Darſtellungen, beſonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Haſſenfratz erklärt ſie für Brennlinien, intersections de deux caustiques, auf der Kryſtallinſe), haben mindeſtens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen ſehen, iſt durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch dieſe Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nervencindruck iſt ſchwächer. Ein ſehr dichter Sternſchwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe ſind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge ſichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne ſich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder ſenſible Punkt derſelben, wie bei einem concentrirten Bilde, verſtärkt angeregt wird †)."

---

*) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und in den Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Schum. Ast. Nachr. No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Sichtbarkeit der Jupitersſtrabanten," ſchreibt mir Herr Dr. Galle, „habe ich einige Schätzungen der Größe angeſtellt, jedoch gegen mein eigenes Erwarten gefunden, daß dieſelben nicht 5ter Größe, ſondern höchſtens 6ter oder nur 7ter Größe ſind. Bloß der hellſte, dritte Trabant zeigte ſich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Fernrohr nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: ſo daß, mit Rückſicht auf den Schein des Jupiters, dieſer Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geſchätzt werden könnte, wenn er iſolirt ſtände. Der 4te Trabant befand ſich in ſeiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe ſchätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieſes Trabanten nicht hindern, wenn derſelbe heller wäre. Nach Vergleichungen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern 3 Tauri (mit 5′,3 Minute Diſtanz) ſchätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindeſtens 5 bis 6 Minuten." Dieſe Schätzungen ſtimmen mit denen von Arago überein; dieſer glaubt ſogar, daß die falſchen Strahlen bei einigen Perſonen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten ſind bekanntlich 1′ 51″, 2′ 57″, 4′ 42″ und 8′ 16″. „Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tems en tems aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire." Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beiſpiel der Scharfſichtigkeit und großen Senſibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupiters-Trabanten ſehen, kann ein 1837 in Breslau verſtorbener Schneidermeiſter Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der dortigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, intereſſante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man ſich mehrfach ſeit 1820 durch ernſte Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondloſen Nächten Schön die Stellung von Jupitersſtrabanten, ſelbſt von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihm von den Ausſtrahlungen und Sternſchwänzen ſprach, die Andere zu hindern ſchienen, ein Gleiches zu thun; äußerte Schön ſeine Verwunderung über jene hindernden Ausſtrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwiſchen ihm und den Umſtehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön ſeien Planeten und Fixſterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erſchienen. Am beſten ſah er den dritten Trabanten: auch wohl den erſten, wenn er gerade in der größten Digreſſion war; nie aber ſah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günſtiger Luft erſchienen ihm die Trabanten bloß als ſchwache Lichtſtreifen. Kleine Fixſterne, vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes, verwechſelte er bei den Verſuchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor ſeinem Tode klagte mir Schön, daß ſeine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitersmonden reichten, und daß ſie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als lichte, ſchwache Striche bezeichneten." Die eben erwähnten Verſuche ſtimmen ganz mit dem, was längſt über die relative Helligkeit der Jupitersſtrabanten bekannt iſt; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von ſo großer Vollkommenheit und Senſibilität des Organs wahrſcheinlich mehr als Abſtand vom Hauptplaneten. Schön ſah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener iſt der kleinſte von allen: dieſer nach dem 3ten allerdings der größte und fernſte, aber periodiſch von dunkler Färbung und gewöhnlich der lichtſchwächſte unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1ſten, die am beſten und häufigſten mit unbewaffnetem Auge geſehen wurden, iſt jener, der größte aller, in der Regel der hellſte, und von ſehr entſchieden gelber Farbe; dieſer, der 1ſte, übertrifft bisweilen in der Intenſität ſeines hellgelben Lichtes den Glanz des 3ten und viel größeren. (Mädler, Aſtron. 1846 S. 231–234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältniſſe im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als lichte Streifen erſcheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus T. XX. p. 764–766.

†) „L'image *épanouie* d'une étoile de 7me grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naitre une sensation appréciable de lumière.

Fernröhre und Teleſcope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, facticen Durchmeſſer. Nach den ſchönen Unterſuchungen von William Herſchel*) nehmen aber dieſe Durchmeſſer ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der ſcharfſinnige Beobachter ſchätzte den ſcheinbaren Durchmeſſer von Wega der Leier bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu 0″,36. Bei terreſtriſchen Gegenſtänden beſtimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenſtandes die Größe des kleinſten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat ſehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter ſichtbar iſt als ein Quadrat, deſſen Seite dem Durchmeſſer derſelben gleich iſt. Einen Strick ſieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleichen Durchmeſſer haben. Arago hat durch Winkelmeſſung der von der Pariſer Sternwarte aus ſichtbaren fernen Blitzableiter den Einfluß der Geſtaltung (des Umriſſes der Bilder) vielfältigen Meſſungen unterworfen. In der Beſtimmung des kleinſtmöglichen optiſchen Sehwinkels, unter welchem irdiſche Objecte dem bloßen Auge erkenntlich ſind, iſt man ſeit Robert Hooke, der noch ſtreng eine volle Minute feſtſetzte, bis Tobias Mayer, welcher 34″ für einen ſchwarzen Fleck auf weißem Papiere forderte, ja bis zu Leeuwenhoek's Spinnfäden (unter einem Winkel von 4″,7 bei ſehr gewöhnlicher Sehkraft ſichtbar), immer vermindernd fortgeſchritten. In den neueſten, ſehr genauen Verſuchen Hueck's über das Problem von der Bewegung der Kryſtallinſe wurden weiße Striche auf ſchwarzem Grunde unter einem Winkel von 1″,2; ein Spinnenfaden bei 0″,6; ein feiner glänzender Draht bei kaum 0″,2 geſehen. Das Problem iſt gar nicht im allgemeinen numeriſch zu löſen, da alles von den Bedingungen der Geſtalt der Objecte, ihrer Erleuchtung, ihres Contraſtes mit dem Hintergrunde, von dem ſie ſich abheben, der Bewegung oder Ruhe und der Natur der Luftſchichten, in denen man ſich befindet, abhängt.

Einen lebhaften Eindruck machte es mir einſt, als auf einem reizenden Landſitze des Marques de Selvalegre, zu Chillo (unfern Quito), wo man den langgeſtreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer, trigonometriſch gemeſſenen, horizontalen Entfernung von 85000 Pariſer Fuß vor ſich ausgeſtreckt ſieht, die Indianer, welche neben mir ſtanden, meinen Reiſebegleiter Bonpland, der eben allein in einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, ſich vor ſchwarzen baſaltiſchen Felswänden fortbewegenden Punkt früher erkannten, als wie ihn in den aufgeſtellten Fernröhren auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (ſpäter im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße ſich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge ſichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel (dem landesüblichen Poncho) gehüllt. Bei der Annahme der Schulterbreite von 3 bis 5 Fuß, da der Mantel bald ſich anlag, bald weit zu flattern ſchien, und bei der bekannten Entfernung ergaben ſich 7″ bis

Si l'image *n'était point épanouie* (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se varrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'oeil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12e. Considérons un group d'étoiles de 7e grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'oeil. *Si la vision avait de la netteté*, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait l'*éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur. *L'éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur suffit à la vision à l'oeil nu. Le groupe serait donc visible à l'oeil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empiéteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y *réfléchisse*, il restera évident qu'excepté sur les bords de l'image générale, l'aire lumineuse sera éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclaire qu'un seul point au fond de l'oeil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7e grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un *diamètre sensible et fictif*. Avec ces instruments, comme à l'oeil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément." Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

*) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93 p. 225 und for 1805 Vol. 95 p. 194. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360–374.

für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenstand deutlich gesehen wurde. Weiße ecte auf schwarzem Grund werden nach Hueck's wiederholten Versuchen weiter gesehen schwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtstrahl kam bei heiterem Wetter durch ne Luftschichten von 14412 Fuß Höhe über der Meeresfläche, zu unserer Station in lo, das selbst noch 8046 Fuß hoch liegt. Die ansteigende Entfernung war 85596 Fuß r $3^{7}/_{10}$ geographische Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden tionen sehr verschieden, oben wahrscheinlich 194 Lin. und 8° C., unten nach genauer obachtung 250, 2 Lin. und 18°, 7 C. Das Gaußische, für unsere deutschen trigonorischen Messungen so wichtig gewordene Heliotrop-Licht wurde, vom Brocken aus auf Hohenhagen reflectirt, dort mit bloßem Auge in einer Entfernung von 213,000 Par. ß (mehr als 9 geographische Meilen) gesehen: oft an Punkten, in welchen die scheinbare eite eines dreizölligen Spiegels nur 0″,43 betrug.

Die Absorption der Lichtstrahlen, welche von dem irdischen Gegenstande ausgehen und ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Wasserdunst mehr oder minder schwängerte Luftschichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intensitätsgrad des diffusen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausstrahlen, und viele noch nicht inz aufgeklärte meteorologische Processe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenstände. in Unterschied der Lichtstärke von $^{1}/_{50}$ ist nach alten Versuchen des immer so genauen ouguer zur Sichtbarkeit nöthig. Man sieht, wie er sich ausdrückt, nur auf negative eise wenig lichtstrahlende Berggipfel, die sich als dunkle Massen von dem Himmelsgeölbe abheben. Man sieht sie bloß durch die Differenz der Dicke der Luftschichten, welche h bis zu dem Objecte oder bis zum äußersten Horizont erstrecken. Dagegen werden auf ositive Weise stark leuchtende Gegenstände, wie Schneeberge, weiße Kalkfelsen und imsstein-Kegel, gesehen. Die Entfernung, in welcher auf dem Meere hohe Berggipfel kannt werden können, ist nicht ohne Interesse für die praktische Nautik, wenn genaue stronomische Ortsbestimmungen für die Lage des Schiffes fehlen. Ich habe diesen Gegenand an einem anderen Orte*) bei Gelegenheit der Sichtbarkeit des Pics von Teneriffa mständlich behandelt.

Das Sehen der Sterne bei Tage mit bloßem Auge in den Schächten der Bergwerke nd auf sehr hohen Gebirgen ist seit früher Jugend ein Gegenstand meiner Nachrschung gewesen. Es war mir nicht unbekannt, daß schon Aristoteles †) behaupte, Sterne rden bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen wie durch Röhren gesehen. Auch Plinius erwähnt dieser Sage, und erinnert dabei an die Sterne, die man bei Sonnenfinsternissen deutlichst am Himmelsgewölbe erkenne. Ich habe in Folge meines Berufs als praktischer Bergmann mehrere Jahre lang einen großen Theil des Tages in den Gruben zubracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern gesehen; auch in mexicanischen, peruanischen und sibirischen Bergwerken nie ein ndividuum aufgefunden, das vom Sternsehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter

*) Humboldt, Relation hist. du Voyage aux égions équinox. T. I. p. 92–97 und Bouguer, raité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. rcher im Manual of scientific Enquiry for the use the R. Navy 1849 p. 71.)

†) Die von Buffon erwähnte Stelle des Aristotees findet sich in einem Buche, wo man sie am wenigen gesucht hätte: in dem de generat. animal. V, 1 p. 0 Bekker. Sie lautet genau übersetzt folgendermaßen: Scharf sehen heißt einerseits vermögen fern zu sehen, andererseits die Unterschiede des Gesehenen genau erennen. Beides ist nicht zugleich bei denselben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher sich die Hand, er die Augen hält oder durch eine Röhre sieht, nicht mehr und nicht weniger im Stande, die Unterede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die egenstände in größerer Entfernung sehen. So kommt es ja auch vor, daß die, welche in Erdgewölben und Cisternen sich befinden, von da aus bisweilen Sterne sehen." Ὀρύγματα und besonders φρέατα sind unterirdische Cisternen oder Quellgemächer, welche in Griechenland, wie als Augenzeuge Prof. Franz bemerkt, durch einen senkrechten Schacht mit Luft und Licht in Verbindung gesetzt sind und sich nach unten wie der Hals einer Flasche erweitern. Plinius (lib. II cap. 14) sagt: „Altitudo cogit minores videri stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu non cerni, quum neque ac noctu luceant: idque manifestum fiat *defectu solis et praealtis puteis.*" Cleomedes (Cycl. Theor. pag. 83 Bake) spricht nicht von bei Tage gesehenen Sternen, behauptet aber: „daß die Sonne, aus tiefen Cisternen betrachtet, größer erscheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft."

ſo verſchiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemiſphären unter der Erdenge, ſich doch Zenithal-Sterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können. Zu dieſen ganz negativen Erfahrungen iſt mir um ſo auffallender das ſehr glaubwürdige Zeugniß eines berühmten Optikers geweſen, der in früher Jugend Sterne bei hellem Tage durch einen Rauchfang erblickte*). Erſcheinungen, deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zuſammentreffen begünſtigender Umſtände abhängt, müſſen nicht darum geläugnet werden, weil ſie ſo ſelten ſind.

Dieſer Grundſatz findet, glaube ich, ſeine Anwendung auch auf das von dem immer ſo gründlichen Sauſſure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. „Quelques-uns des guides m'ont assuré," ſagt der berühmte Alpenforſcher, „avoir vu des étoiles en plein jour; pour *moi je* n'y songeois pas, en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; *mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité* †). Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre, et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la foible clarté des étoiles." Die Bedingungen ſind alſo faſt ganz dieſelben, welche die Ciſternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde dieſe merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2. Auguſt 1787) in keiner anderen Reiſe durch die ſchweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit, welche neuerlichſt die öſtlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforſcht haben, konnten nie Sterne bei Tage ſehen, noch haben ſie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin ſo oft mit Bonpland bei heiterem Wetter auf Höhen von mehr als vierzehn- oder fünfzehn-tauſend Fuß geweſen, und nie habe ich oder ſpäter mein Freund Bouſſingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue ſo tief und dunkel war, daß ſie an demſelben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Sauſſure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwiſchen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geſchätzt wurde ‡). Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von Trabanten-Verfinſterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlichſt geſehen, wenn die Sonnenſcheibe ſchon 18° bis 20° über dem Horizont ſtand.

Es iſt hier der Ort wenigſtens beiläufig einer anderen optiſchen Erſcheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbeſteigungen, nur Einmal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22. Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. In Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, ſah ich mit unbewaffnetem Auge tief ſtehende Sterne in einer wunderbar ſchwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte ſtiegen aufwärts, bewegten ſich ſeitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erſcheinen der Sonnenſcheibe am Meerhorizont. Dieſelbe Bewegung war in einem Fernrohr ſichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne ſelbſt waren, die ſich bewegten ‖).

---

*) „We have ourselves heard it stated by a celebrated optician, that the earliest circumstance which drew his attention to astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for several successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney." John Herſchel, Outlines of Astr. § 61. Die Rauchfangkehrer, bei denen ich nachgeforſcht, berichten bloß, aber ziemlich gleichförmig: daß ſie bei Tage nie Sterne geſehen, daß aber bei Nacht ihnen aus tiefen Röhren die Himmelsdecke ganz nahe, und die Sterne *wie* vergrößert ſchienen." Ich enthalte mich aller Betrachtung über den Zuſammenhang beider Viſionen.

†) Sauſſure, Voyage dans les Alpes (Neuchâtel 1779. 4°) T. IV. § 2007 p. 199.

‡) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes p. 103. Vergl. auch mein Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 143 und 248.

‖) Humboldt in Fr. v. Zach's monatlicher Correſpondenz zur Erd- und Himmelskunde Bd. I. 1800 S. 396; derſelbe im Voy. aux Régions équin. T. I. p. 125: „On croyoit voir de petites fusées lancées

Gehörte dieſe Ortsveränderung zu der ſo viel beſtrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenſcheibe, ſo gering ſie auch durch Meſſung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung ſcheinbar vergrößert. Faſt nach einem halben Jahrhundert iſt dieſelbe Erſcheinung des Sternſchwankens, und genau an demſelben Orte in Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und ſehr aufmerkſamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in ſeinem handſchriftlichen Tagebuche; er hatte ſie eingetragen, ohne, vor ſeiner Rückkunft von dem Amazonenſtrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches geſehen*). Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftſpiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der ſo verſchiedenartigen Miſchung ungleich erwärmter Luftſchichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns ſo nahe iſt und oft von wiſſenſchaftlichen, mit Inſtrumenten verſehenen Reiſenden kurz vor Sonnenaufgang beſucht wird, ſo darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternſchwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerkſam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens und ſeiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, alſo vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Aſtronomie unſeres Planetenſyſtems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechiſchen und arabiſchen Wiſſens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevolle, ſorgfältige Arbeiten vermehrt. Auf ihr Beſtreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwickelung, das Syſtem des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfſinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, ſtehen an dem wichtigſten Wendepunkt, den die Geſchichte der meſſenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit ſehr verbeſſerten Meßinſtrumenten, ſich von dem teleſcopiſchen Sehen ſcheidet. Galilei war damals ſchon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueſte meſſende Aſtronom dieſer großen Zeit, ſeit ſieben Jahren todt. Ich habe ſchon früher (Kosmos Buch II, S. 367) erwähnt, daß Kepler's drei Geſetze, die ſeinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem ſeiner Zeitgenoſſen, Galilei ſelbſt nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden ſind. Auf rein empiriſchem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wiſſenſchaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungeſehener Weltkörper, gehören ſie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychoniſchen Zeit, ja den Tychoniſchen Beobachtungen ſelbſt an, wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erſt 1609 vollendet, und gar das dritte Geſetz, nach welchem ſich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten, wie die Würfel der mittleren Entfernung, erſt in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum teleſcopiſchen Sehen, welcher das erſte

dans l'air. Des points lumineux, élevés de 7 à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, mais puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces points lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en apparence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoient parties."

*) Prinz Adalbert von Preußen, Aus meinem Tagebuche 1847 S. 213. Hängt die von mir beſchriebene Erſcheinung vielleicht mit der zuſammen, welche Carlini beim Durchgange des Polarſterns und deſſen Oſcillationen von 10–12 Secunden in dem ſtark vergrößernden Mailänder Mittagsfernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brandes, (Gehler's umgearb. phyſ. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will ſie auf Luftſpiegelung (mirage) zurückführen. Auch das ſternartige Heliotrop-Licht ſah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Obriſt Baeyer, oft in horizontalem Hin- und Herſchwanken.

Zehnttheil des siebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht blos den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menschheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb Jahrhunderten die Kenntniß von 18 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Systemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4 vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfackeln, den Phasen der Venus, der Gestalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den innern (planetarischen) Cometen von kurzer Umlaufszeit, und von so vielen anderen Erscheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unser Sonnensystem, das so lange auf 6 Planeten und einen Mond beschränkt schien, auf die eben geschilderte Weise in 240 Jahren bereichert worden ist, so hat der sogenannte Fixsternhimmel schichtenweise eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tausende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen sind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, sich wechselseitig störenden Kreisen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erst 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optische Vorrichtungen mit Meßinstrumenten verbanden, haben feinere Bestimmungen der Ortsveränderung in den Gestirnen erreicht werden können. Auf diesem Wege ist es möglich geworden, mit größter Schärfe die jedesmalige Position eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipsen der Fixsterne und ihre Parallaxen, die gegenseitigen Abstände der Doppelsterne von wenigen Zehnttheilen einer Bogen-Secunde zu messen. Die astronomische Kenntniß des Sonnensystems erweiterte sich allmälig zu der eines Weltsystems.

Wir wissen, daß Galilei seine Entdeckungen der Jupitersmonde mit siebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine stärkere als zweiunddreißigmalige anwenden konnte. Einhundert und siebzig Jahre später sehen wir Sir William Herschel bei seinen Untersuchungen über die Größe des scheinbaren Durchmessers von Arcturus (im Nebel 0″, 2) und Wega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 Mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Bestreben nach langen Fernröhren. Christian Huygens entdeckte zwar 1655 den ersten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abstande von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte später auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London besitzt und welche von Constantin Huygens, dem Bruder des großen Astronomen, verfertigt wurden, sind von letzterem, wie er ausdrücklich sagt*), nur auf terrestrische Gegenstände geprüft worden. Auzout, der schon 1663 Riesenfernröhre ohne Röhre, also ohne feste (starre) Verbindung zwischen dem Objectiv und dem Ocular, construirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600malige Vergrößerung ertrug†). Den nützlichsten Gebrauch von solchen, an Masten befestigten Objectiven machte Dominicus Cassini zwischen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und

*) Das ausgezeichnete künstlerische Verdienst von Constantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III. war, ist erst neuerdings in das gehörige Licht gesetzt worden: durch Uytenbrock in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus, 1838; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiser, in Schumacher's Astron. Nachr. No. 592 S. 246.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

ten Saturnstrabanten. Er bediente sich der Objective, die Borelli, Campani und Hartsoeker geschliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV. genossen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariser Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtstärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit solcher nur durch Stricke bewegten Vorrichtungen*) denkt, so kann man nicht genug bewundern die Geschicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch riesenmäßige Länge erreichen zu können, leiteten, wie es so oft geschieht, große Geister zu excentrischen Hoffnungen. Auzout glaubte Hooke widerlegen zu müssen, der, um Thiere im Monde zu sehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, also fast von der Länge einer halben geographischen Meile, vorgeschlagen haben soll†). Das Gefühl der praktischen Unbequemlichkeit von optischen Instrumenten mit mehr als hundertfüßiger Focallänge verschaffte allmäblig durch Newton (nach dem Vorgange von Mersenne und James Gregory von Aberdeen) den kürzeren Reflexions-Instrumenten besonders in England Eingang. Bradley's und Pound's sorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley'schen Spiegelteleskopen mit dem Refractor von Constantin Huygens, der 123 Fuß Brennweite hatte und dessen wir oben erwähnten, fiel ganz zum Vortheil der ersteren aus. Short's kostbare Reflectoren wurden nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche praktische Lösung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leonhard Euler und Klingenstierna angeregt, den Refractoren wieder ein großes Uebergewicht verschaffte. Die, wie es scheint, unbestreitbaren Prioritätsrechte des geheimnißvollen Chester More Hall aus Esser (1729) wurden dem Publikum erst bekannt, als dem John Dollond das Patent für seine achromatischen Fernröhre verliehen wurde‡).

Der hier bezeichnete Sieg der Refractions-Instrumente war aber von nicht langer Dauer. Neue Oscillationen der Meinung wurden schon, 18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's Erfindung des Achromatismus mittelst Verbindung von Kron- und Flintglas, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in und außerhalb Englands den unsterblichen Arbeiten eines Deutschen, William Herschel, zollte. Der Construction seiner zahlreichen 7füßigen und 20füßigen Teleskope, auf welche Vergrößerungen von 2000 bis 6000mal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Construction seines 40füßigen Reflectors. Durch diesen wurden im August und September 1789 die beiden innersten Saturnstrabanten: der 2te (Enceladus), und bald darauf der erste, dem Ringe am nächsten liegende, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus (1781) gehört dem 7füßigen Teleskop von Herschel; die so lichtschwachen Uranustrabanten sah er (1787) zuerst im 20füßigen Instrumente, zur front-view eingerichtet‖). Eine bis dahin noch nie erreichte Vollkommenheit, welche der große Mann seinen Spiegelteleskopen zu ge-

*) „Nous avons placé ces grands verres," sagt Dominique Cassini, „tantôt sur un grand mât, tantôt sur la *tour de bois venue de Marly;* enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 785. Diese übermäßigen Längen der optischen Werkzeuge erinnern an die arabischen Meßinstrumente, Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomonisch einfiel. Ein solcher Quadrant stand zu Samarkand; wahrscheinlich dem früher construirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Chokandi nachgebildet. Vergl. Sédillot, Prolégomènes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 594. Früher schon hatte der mystische, aber in optischen Dingen sehr erfahrene Capuciner-Mönch Schyrle von Rheita in seinem Oculus Enoch et Eliae (Antv. 1645) von der nahen Möglichkeit gesprochen, sich 4000-malige Vergrößerungen der Fernröhre zu schaffen, um genaue Bergkarten des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Buch II. S. 364 Anm.]).

‡) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

‖) Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herschel'scher Spiegel-Teleskope von 40, 20 und 7 englischen Fußen beibehalten, wenn ich auch sonst überall französisches Maaß anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil diese Benennungen bequemer sind, sondern hauptsächlich, weil sie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine historische Weihe erhalten haben.

den wußte, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer ununterbrochenen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigsten Erweiterung aller Theile der physischen Astronomie, in den Planetenkreisen wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelsterne, geführt.

Auf eine lange Herrschaft der Reflectoren folgte wieder in dem ersten Fünftel des 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wetteifer in Anfertigung von achromatischen Refractoren und Heliometern, die durch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Zu Objectiven von außerordentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner Institut von Utzschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler; in der Schweiz und Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die Werkstätte von Guinand und Bontemps ein homogenes, streifenloses Flintglas. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht, hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei einer Focalweite von $13^1/_3$ Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika *), beide mit Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer der Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytischen Refractoren, welche Plösl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitepoche, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren, Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaaßes nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hier nur für Meßinstrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambey, Ertel, Steinheil, Repsold, Pistor, Oertling .....; für Chronometer und astronomische Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnshaw, Breguet, Jürgensen, Kessels, Winnerl, Tiede ..... In den schönen Arbeiten, welche wir William und John Herschel, South, Struve, Bessel und Dawes über Abstände und periodische Bewegung der Doppelsterne verdanken, offenbart sich vorzugsweise jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in scharfem Sehen und Messen. Struve's Classification der Doppelsterne liefert von denen, deren Abstand unter 1″ ist, gegen 100; von denen, die zwischen 1″ und 2″ fallen, 336: alle mehrfach gemessen †).

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem industriellen Gewerbe fern stehen, der Earl of Rosse in Parsonstown (12 Meilen westlich von Dublin) und Herr Lassell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeisterung für die Sternkunde, mit der aufopferndsten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchste die Erwartung der Astronomen spannen ‡). Mit

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 371 und 611. Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als $12^1/_2$ Par. Zoll und $23^1/_2$ Fuß Focalweite geliefert.

†) Struve, Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae p. 2–41.

‡) Herr Airy hat neuerlichst die Fabrications-Methoden beider Telescope vergleichend beschrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmischung, die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufstellung; Abstr. of the Astr. Soc. Vol. IX. No. 5 (march 1849). Von dem Effect des sechsfüßigen Metallspiegels des Lord Rosse heißt es dort (p. 120): The Astronomer Royal (Mr. Airy) alluded to the impression made by the enormous light of the telescope: partly by the *modifications* produced in the appearances of nebulae already figured, partly by the great number of stars seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the prodigious brillancy of *Saturn*. The account given by another astronomer of the appearance of *Jupiter* was, that it resembled a coach lamp in the telescope; and this well expresses the blaze of light which is seen in the instrument. Vergl. auch Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 870: „The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflecting telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular clusters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be such as no words can express. This telescope has resolved or rendered resolvable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers."

em Teleſcope von Laſſell, das nur zwei Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, ſind chon ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden; auch urden zwei Uranustrabanten wieder aufgefunden. Das neue Rieſenteleſcop von Lord oſſe hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. uß) Länge. Es ſteht im Meridian zwiſchen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß on dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch ſind. Viele Nebelflecke, welche bisher in Inſtrument auflöſen konnte, ſind durch dieſes herrliche Teleſcop in Sternſchwärme ufgelöſt; die Geſtalt anderer Nebelflecke iſt in ihren wahren Umriſſen nun zum erſten Mal erkannt worden. Eine wunderſame Helligkeit (Lichtmaſſe) wird von dem Spiegel usgegoſſen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Auzout) zuerſt das Fernrohr mit Meßin-trumenten verband, fiel gegen 1638 auf den Gedanken Geſtirne bei hellem Tage teleſco-iſch zu beobachten. „Nicht Tycho's große Arbeit über die Poſition der Fixſterne, indem ieſer 1582, alſo 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage mit der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; ſondern," ſagt Morin ſelbſt*), „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, ſo auch Arcturus und andere Fixſterne, wenn man ſie einmal vor Sonnenaufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am Himmelsge-wölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung geführt, welche für die Län-gen-Beſtimmungen auf dem Meere wichtig werden möge. Niemand habe vor ihm die Fix-ſterne in Angeſicht der Sonne auffinden können." Seit der Aufſtellung großer Mittags-Fernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der Geſtirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen ſelbſt auf Meſſung von Doppelſternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt†), er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergröße-rung von 320 Mal die kleinſten Abſtände überaus ſchwacher Doppelſterne beſtimmt, bei ſo hellem Crepuſcularlichte, daß man um Mitternacht bequem leſen konnte. Der Po-larſtern hat in nur 18" Entfernung einen Begleiter 9ter Größe; im Dorpater Refractor haben Struve und Wrangel dieſen Begleiter bei Tage geſehen‡), eben ſo einmal Encke und Argelander.

Die Urſach der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, wo durch vielfache Re-flexion das diffuſe Licht||) der Atmoſphäre hinderlich iſt, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optiſches Problem intereſſirte ſie auf das lebhafteſte den der Wiſſenſchaft ſo früh ent-riſſenen Beſſel. In ſeinem langen Briefwechſel mit mir kam er oft darauf zurück, und be-kannte, keine ihn ganz befriedigende Löſung finden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leſer rechnen, wenn ich in einer Anmerkung¶) Arago's Anſichten einſchalte, wie

*) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 256.

†) Struve, Mens. microm. p. XLIV.

‡) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

||) „*La lumière atmosphérique diffuse* ne peut s'expliquer par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des couches de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En effet supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dans la direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réflexion serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zénith. Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait par voie d'une pre-mière réflexion. Ce ne seraient que les réflexions multiples qui pourraient agir. Donc pour expli-quer la *lumière diffuse*, il faut se figurer l'atmo-sphère composée de molécules (sphériques par ex-emple) dont chacune donne une image du soleil à peu près comme les boules de verre que nous pla-çons dans nos jardins. L'air pur est bleu, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'*épais-seur* qui convient à la réflexion des rayons bleus. Il est donc naturel que les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molécules sphé-riques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bleue; mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le bleu prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que l'air est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de blanc. Comme la lune est jaune, le bleu de l'air pendant la nuit est un peu verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune." (Arago, Handſchrift von 1847.)

¶) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en déc. 1847.)

„L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circon-scrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la ré-tine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'*étoiles*, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, *quant aux étoiles*, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons par-allèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la sur-

dieſelben in einer der vielen Handſchriften enthalten ſind, welche mir bei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. Nach der ſcharfſinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes erleichtern ſtarke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fixſterne, weil ſie, ohne das Bild derſelben merkbar auszudehnen, eine größere Menge des intenſiven Lichtes der Pupille zuführen, aber dagegen nach einem anderen Geſetze auf den Luftraum wirken, von welchem ſich der Fixſtern abhebt. Das Fernrohr, indem es

face de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre *de la portion d'oculaire* qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deux cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr' elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense* que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau *émergent, quand la lunette grossit*, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière *des étoiles*.

„Le cas *le plus favorable*, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'oeil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors *toute la lumière* que l'objectif embrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'oeil nu, au contraire, *une portion* seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une *étoile* est donc à l'intensité de l'image à l'oeil nu, *comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille*.

„Ce qui précède, est relatif à la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une *planète*. Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image *de chaque point* de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité *totale de lumière* concourant à former *l'ensemble* de l'image à l'oeil nu, sera donc aussi à la *quantité totale de lumière* qui forme l'image de la planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'oeil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment *diminuer* proportionnellement aux *étendues superficielles* de ces deux images. Les dimensions *linéaires* des deux images sont entr' elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la *surface* de l'image amplifiée surpasse la *surface* de l'image à l'oeil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du *diamètre* de *l'objectif* par le carré du *diamètre du faisceau émergent*, ou bien la *surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent*.

„Nous avons déjà obtenu le rapport des *quantités totales de lumière* qui engendrent les deux images *d'une planète*, en divisant la surface de l'objectif *par la surface de la pupille*. Ce nombre est *plus petit* que le quotient auquel on arrive en divisant la *surface de l'objectif* par la *surface du faisceau émergent*. Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant *la surface* des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît.

„L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une lunette, subira donc aussi la loi d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le *rapport* entre l'intensité de la lumière d'une *planète* et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'oeil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, *sous le rapport de l'intensité*, ne favorisent donc pas la visibilité *des planètes*.

„Il n'en est point ainsi des *étoiles*. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'oeil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'oeil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'oeil nu.

„Cette prédominence doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'etoile, conséquence de divers effets de *diffraction* ou d'*interférences*, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, *l'intensité de la lumière de l'étoile est constante* tant que l'ouverture de l'objectif ne varie pas. Comme on l'a vu, la *clarté du champ* de la lunette, au contraire, *diminue sans cesse* à mesure que le pouvoir amplificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, une étoile sera d'autant plus visible, sa prédominence sur la lumière du champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage d'un grossissement plus fort." (Arago, Handſchrift von 1847.)— Ich füge noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 (Notices scient. par Mr. Arago) p. 381: „L'expérience a montré que pour le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se distinguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités comparatives ne présentent, au minimum, une différence de $^1/_{60}$. Quand une lunette est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément éclairé: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et perpendiculaire à l'axe de l'objectif, une *image indéfinie* de la région atmosphérique vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un astre, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve dans la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant qu'elle augmentera de $^1/_{60}$, au moins, l'intensité de la portion de l'image focale *indéfinie* de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image *lumière* va se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à *paraître* partout de la même intensité."

gleichsam die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Gesichtsfeld, vermindert die Intensität seiner Erleuchtung. Wir sehen aber nur durch den Unterschied des Lichtes des Fixsternes und des Luftfeldes, d. h. der Luftmasse, welche ihn im Fernrohr umgiebt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixsternbildes verhalten sich Planetenscheiben. Diese verlieren in dem vergrößernden Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intensität eben so wie das Luftfeld (l'aire aérienne). Noch ist zu erwähnen, daß starke Vergrößerungen die scheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Fixsterns wie die der Scheibe vermehren. Dieser Umstand kann in Instrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallactisch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenstände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr schwache Schatten, bemerkt Arago an einem andern Orte, werden erst sichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockensten Jahreszeit, habe ich oft mit der schwachen Vergrößerung von 95 Mal in einem Fernrohr von Dolland die blasse Jupitersscheibe auffinden können, wenn die Sonne schon 15° bis 18° hoch stand. Lichtschwäche des Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor gesehen und contrastirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Galle überrascht. Jupiters-Bedeckungen sind mit starken Fernröhren viertelen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander sah (7. Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelstunde nach Sonnenaufgang zu Bonn sehr deutlich 3 Jupiterstrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch später sah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt sämmtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Bestimmung der Grenzen der telescopischen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verschiedenen Klimaten und auf verschiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optisches und ein meteorologisches Interesse.

Zu den merkwürdigen und in ihren Ursachen viel bestrittenen Erscheinungen im natürlichen wie im telescopischen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei ist nach Arago's Untersuchungen*) in der Scintillation

*) Die früheste Bekanntmachung von Arago's Erklärung der Scintillation geschah in dem Anhange zum 4ten Buche meines Voyage aux Régions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier folgenden Erläuterungen, welche ich aus den oben (S. 409, Anm. *) angegebenen Gründen wieder in dem Originaltexte abdrucken lasse, den Abschnitt über das natürliche und telescopische Sehen bereichern zu können.

Des Causes de la Scintillation des Étoiles.

„Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scintillation, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup plus fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant la lunette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous les points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs différentes. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que l'on voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se réunissent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajoutent ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont telle ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire *seul*, si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont traversé des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit *seul*, parce que la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon rouge, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon vert, et réciproquement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ce qui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le vert au contraire est détruit par *interférence*, l'image sera du blanc moins le vert, c'est-à-dire du rouge. Pour expliquer pourquoi les planètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se rappeler que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoiles ou de petits points qui scintillent isolément; mais les images de différentes couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, empiétant les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place un diaphragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunette, les étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lumineux. Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamètre, et il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce davantage un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfoncement donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lorsque le centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille pas: le centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contraire on dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'image lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le centre de l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disparaître et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du point central est la preuve directe de

wesentlich zu unterscheiden: 1) Veränderung der Lichtstärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöschen und Wiederauflodern; Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen sind in der Realität noch stärker, als sie dem bloßen Auge erscheinen; denn wenn einzelne Punkte der Netzhaut einmal angeregt sind, so bewahren sie den empfangenen Lichteindruck: so daß das Verschwinden des Sterns, seine Verdunkelung, sein Farbenwechsel nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von uns empfunden werden. Auffallender zeigt sich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, sobald man dasselbe erschüttert. Es werden dann andere und andere Punkte der Nephaut gereizt; es erscheinen farbige, oft unterbrochene Kreise. In einer Atmosphäre, die aus stets wechselnden Schichten von verschiedener Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte zusammengesetzt ist, erklärt das Princip der Interferenz, wie nach einem augenblicklichen farbigen Auflodern ein eben so augenblickliches Verschwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Gestirnes statt finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen, daß zwei Lichtstrahlen (zwei Wellensysteme), von Einer Lichtquelle (Einem Erschütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des Weges sich zerstören: das das Licht des einen Strahles, zu dem des anderen Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das Zurückbleiben des einen Wellensystems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt, so streben beide Wellensysteme, denselben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber entgegengesetzte Geschwindigkeiten mitzutheilen: so daß die Wirkung ihrer Vereinigung die Ruhe des Aether-Moleculs, also Finsterniß ist. In gewissen Fällen spielt die Refrangibilität der verschiedenen Luftschichten, welche die Lichtstrahlen durchschneiden, mehr als die verschiedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erscheinung *).

Die Stärke der Scintillation ist unter den Fixsternen selbst auffallend verschieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer scheinbaren Größe allein abhängig, sondern, wie es scheint, von der Natur ihres eigenen Lichtprocesses. Einige, z. B. Wega, flimmern weniger als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei den Planeten mit größeren Scheiben ist der Compensation und ausgleichenden Farbenvermischung zuzuschreiben, welche die einzelnen Punkte der Scheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Sternen betrachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht gegenseitig ersetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wiederum vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb am seltensten Spuren der Scintillation; weit aber bei Merkur und Venus, da der scheinbare Durchmesser der Scheiben in den letztgenannten zwei Planeten bis 4″,4 und 9″,5 herabsinkt. Auch bei Mars kann zur Zeit der

---

l'*interférence* variable des rayons. Pour bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images dilatées, il faut se rappeler, que les rayons régulièrement réfractés par l'objectif ne se réunissent et ne peuvent par conséquent *interférer* qu'au foyer: par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent produire, resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certain position de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est que les rayons régulièrement réfractés *interfèrent* avec des rayons *diffractés* sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pas constant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain moment, n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des couches atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve dans cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le phénomène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmosphériques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit.

„Il résulte de ces considérations que l'explication des scintillations ne peut être rattachée qu'aux phénomènes des *interférences lumineuses*. Les rayons des étoiles, après avoir traversé une atmosphère où il existe des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégalement humides, vont se réunir au foyer d'une lentille, pour y former des images d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est-à-dire des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi scintillation dans le foyer des lunettes. Les explications proposées par Galilei, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton and John Michell, que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (Comptes rendus T. X. p. 83) sont inadmissibles. Thomas Young, auquel nous devons les premières lois des interférences, a cru inexplicable le phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui se déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les ondulations du bord du Soleil sont de 4″ à 5″ et peut-être des pièces qui *manquent*, donc encore effet de l'interférence des rayons." (Auszüge aus Handschriften von Arago 1847.)

*) Arago im Annuaire pour 1831 p. 165.

Conjunction ſich der Durchmeſſer bis 3″,3 vermindern. In den heiteren, kalten Winternächten der gemäßigten Zone vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des geſtirnten Himmels auch durch den Umſtand, daß, indem wir Sterne 6ter bis 7ter Größe bald hier, bald dort aufglimmen ſehen, wir, getäuſcht, mehr leuchtende Punkte vermuthen und zu erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterſcheidet. Daher das populäre Erſtaunen über die wenigen Tauſende von Sternen, welche genaue Sterncataloge als den bloßen Augen ſichtbar angeben! Daß das zitternde Licht die Fixſterne von den Planeten unterſcheide, war von früher Zeit den griechiſchen Aſtronomen bekannt; aber Ariſtoteles, nach der Ausſtrömungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt, ſchreibt das Zittern und Funkeln der Fixſterne, ſonderbar genug, einer bloßen Anſtrengung des Auges zu. „Die eingehefteten Sterne“ (die Fixſterne), ſagt er*), „funkeln, die Planeten nicht: denn die Planeten ſind nahe, ſo daß das Geſicht im Stande iſt ſie zu erreichen; bei den feſtſtehenden aber (*πρὸς δὲ τοὺς μένοντας*) geräth das Auge wegen der Entfernung und Anſtrengung in eine zitternde Bewegung.

Zu Galilei's Zeiten, zwiſchen 1572 und 1604, in einer Epoche großer Himmelsbegebenheiten, da drei neue Sterne†) von mehr Glanz als Sterne erſter Größe plötzlich erſchienen und einer derſelben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das muthmaßliche Criterium eines nicht planetariſchen Weltkörpers Kepler's Aufmerkſamkeit beſonders auf ſich. Der damalige Zuſtand der Optik verhinderte freilich den um dieſe Wiſſenſchaft ſo hoch verdienten Aſtronomen ſich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten Dünſten zu erheben‡). Auch unter den neu erſchienenen Sternen, deren die chineſiſchen Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des ſehr ſtarken Funkelns gedacht.

Zwiſchen den Wendekreiſen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Miſchung der Luftſchichten die große Schwäche oder völlige Abweſenheit der Scintillation der Fixſterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturſchilderungen der Tropenwelt dieſes Charakters erwähnt: der auch ſchon dem Beobachtungsgeiſte von La Condamine und Bouguer in den peruaniſchen Ebenen, wie dem von Garcin||) in Arabien, Indien und an den Küſten des perſiſchen Meerbuſens (bei Bender Abaſſi) nicht entgangen war.

Da der Anblick des geſtirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz wolkenfreier Tropennächte für mich einen beſonderen Reiz hatte, ſo bin ich bemüht geweſen, in meinen Tagebüchern ſtets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Funkeln der Sterne bei verſchiedenen Hygrometerſtänden aufhörte. Cumana und der regenloſe Theil des peruaniſchen Littorals der Südſee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten ſich vorzüglich zu ſolchen Beobachtungen. Nach Mittelzahlen ſcheinen die größeren Fixſterne meiſt nur unter 10° oder 12° Höhe über dem Horizont zu ſcintilliren. In größeren Höhen gießen ſie aus ein milderes, planetariſches Licht. Am ſicherſten wird der Unterſchied erkannt, wenn man dieſelben Fixſterne in ihrem allmäligen Aufſteigen oder Niederſinken verfolgt und dabei die Höhenwinkel mißt oder (bei bekannter Ortsbreite und Zeit) berechnet. In einzelnen gleich heiteren und gleich windloſen Nächten erſtreckte ſich die Region des Funkelns bis 20°, ja bis 25° Höhe; doch war zwiſchen dieſen Verſchiedenheiten der Höhe oder der Stärke der Scintillation und den Hygrometer- und Thermometerſtänden, die in der unteren, uns allein zugänglichen Region der Luft beobachtet wurden, faſt nie ein Zuſammenhang zu entdecken. Ich ſah in

*) Ariſtot. de Coelo II, 8 p. 290 Bekker.
†) Kosmos Buch II. S. 348.
‡) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova in pede Serpentarii 1606 cap. 18 p. 92–97.
||) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des Sciences Année 1743 p. 28–32.

auf einander folgenden Nächten nach beträchtlicher Scintillation 60° bis 70° hoher Gestirne, bei 85° des Sauſſure'ſchen Haar-Hygrometers, die Scintillation bis 15° Höhe über dem Horizont völlig aufhören, und dabei doch die Luftfeuchtigkeit ſo anſehnlich vermehrt, daß das Hygrometer bis 93° fortſchritt. Es iſt nicht die Quantität der Waſſerdämpfe, welche die Atmoſphäre aufgelöſt erhält; es iſt die ungleiche Vertheilung der Dämpfe in den über einander liegenden Schichten und die, in den unteren Regionen nicht bemerkbaren, oberen Strömungen kalter und warmer Luft, welche das verwickelte Ausgleichungs-Spiel der Interferenz der Lichtſtrahlen modificiren. Auch bei ſehr dünnem gelbrothen Nebel, der kurz vor Erdſtößen den Himmel färbte, vermehrte ſich auffallend das Funkeln hochſtehender Geſtirne. Alle dieſe Bemerkungen beziehen ſich auf die völlig heitere, wolken- und regenloſe Jahreszeit der tropiſchen Zone 10° bis 12° nördlich und ſüdlich vom Aequator. Die Lichtphänomene, welche beim Eintritt der Regenzeit während des Durchgangs der Sonne durch den Zenith erſcheinen, hangen von ſehr allgemein und kräftig, ja faſt ſtürmiſch wirkenden Urſachen ab. Die plötzliche Schwächung des Nordoſt-Paſſates, und die Unterbrechung regelmäßiger oberer Strömungen vom Aequator zu den Polen und unterer Strömungen von den Polen zum Aequator erzeugen Wolkenbildungen, täglich zu beſtimmter Zeit wiederkehrende Gewitter und Regengüſſe. Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Fixſterne überhaupt etwas ſeltenes iſt, der Eintritt der Regenzeit viele Tage im voraus ſich durch das zitternde Licht der Geſtirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am fernen Horizont ohne ſichtbares Gewölk oder in ſchmalen, ſenkrecht aufſteigenden Wolkenſäulen ſind dann begleitende Erſcheinungen. Ich habe dieſe charakteriſtiſchen Vorgänge, die phyſiognomiſchen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu ſchildern verſucht*).

Ueber die Geſchwindigkeit des Lichtes, über die Wahrſcheinlichkeit, daß daſſelbe eine gewiſſe Zeit zu ſeiner Fortpflanzung brauche, findet ſich die älteſte Anſicht bei Baco von Verulam in dem zweiten Buche des Novum Organum. Er ſpricht von der Zeit, deren ein Lichtſtrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft ſchon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden ſind, die wir gleichzeitig funkeln ſehen †). Man erſtaunt, dieſe glückliche Ahndung in einem Werke zu finden, deſſen geiſtreicher Verfaſſer in mathematiſchem, aſtronomiſchem und phyſikaliſchem Wiſſen tief unter dem ſeiner Zeitgenoſſen ſtand. Gemeſſen wurden die Geſchwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelſt der Vergleichung von Verfinſterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geſchwindigkeit des directen Lichtes der Fixſterne mittelſt Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbſt 1727), des ſinnlichen Beweiſes von der translatoriſchen Bewegung der Erde, d. i. von der Wahrheit des copernicaniſchen

*) S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202–208; auch meine Anſichten der Natur, dritte Ausg. Bd. I. S. 29 und 225. „En Arabie," ſagt Garcin, „de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes têmps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver, que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir." Garcin in Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.

†) Von den Täuſchungen ſprechend, welche die Geſchwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlaſſen, ſagt Bacon: „atque hoc cum similibus nobis quandoque dubitationem peperit plane monitam; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quamvis ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo inerudibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarium, posse bito deferri posse ad visum; sed potius debere eos in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) posten plane evanuit, reputantibus nobis . . . ." The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (Novum Organum) p. 311. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Anſicht wieder zurück. — Vergl. Somerville, the Connexion of the Physical Sciences p. 8 und Kosmos Buch I. S. 77.

Systemes. In der neuesten Zeit ist eine dritte Methode der Messung durch Arago vorgeschlagen worden, die der Lichterscheinungen eines veränderlichen Sternes, z. B. des Algol im Perseus*). Zu diesen astronomischen Methoden gesellt sich noch eine terrestrische Messung, welche mit Scharfsinn und Glück ganz neuerlich Herr Fizeau in der Nähe von Paris ausgeführt hat. Sie erinnert an einen frühen, zu keinem Resultate leitenden Versuch von Galilei mit zwei gegenseitig zu verdeckenden Laternen.

Aus Römer's ersten Beobachtungen der Jupiterstrabanten schätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung 14′ 7″, Cassini 14′ 10″; Newton†), was recht auffallend ist, der Wahrheit weit näher 7′ 30″. Delambre‡) fand, indem er bloß unter den Beobachtungen seiner Zeit die des ersten Trabanten in Rechnung nahm, 8′ 13″,2. Mit vielem Rechte hat Encke bemerkt, wie wichtig es wäre, in der sicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinstimmendere Resultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinsterungen des Jupitertrabanten zur Ableitung der Lichtgeschwindigkeit zu unternehmen.

Aus Bradley's, von Rigaud in Oxford wieder aufgefundenen Aberrations-Beobachtungen folgen nach der Untersuchung von Dr. Busch ||) in Königsberg für den Lichtweg von der Sonne zur Erde 8′ 12″,14; die Geschwindigkeit des Sternlichtes 41994 geogr. Mei-

*) S. Arago's Entwickelung seiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337-343. „L'observation attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide à certaines époques intermédiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur."

†) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: „light moves from the sun to us 7 or 8 minutes of time." Newton vergleicht die Geschwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1″) mit der des Lichtes. Wenn er für letztere, nach Beobachtungen von Verfinsterungen der Jupiterstrabanten (der Tod des großen Mannes fällt etwa gefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde 7′ 30″ rechnet, bei der Annahme von einem Abstand von 70 Millionen englischer Meilen; so durchläuft das Licht in jeder Zeitsecunde 155555⅝ engl. Meilen. Die Reduction dieser Meilen auf geographische (15=1°) ist Schwankungen unterworfen, je nachdem man die Gestalt der Erde verschieden annimmt. Nach Encke's genauen Annahmen im Jahrbuch für 1852 geben (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariser Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeschwindigkeit von 33736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu 12″ angenommen. Ist diese, wie sie Encke's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, 8″,57116; so wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeschwindigkeit (bei 7′ 9 Minuten) 47232 geogr. Meilen für eine Zeitsecunde: also zu viel, statt vorher zu wenig. Es ist gewiß sehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 653) nicht bemerkt worden, daß Newton, während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmesser der Erdbahn seit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwischen 11′ und 14′ 10″ schwankten, vielleicht auf neuere englische Beobachtungen des ersten Trabanten gestützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struvischen Resultate) ohngefähr bis auf 47″ nahe kam. Die älteste Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie seine Entdeckung meldet, war vom 22. Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten „un retardement de lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qu'il y a d'ici au Soleil." (Mémoires de l'Acad. de 1666–1699 T. X. 1730 p. 400). Cassini bestritt nicht die Thatsache der Verlangsamung; aber er bestritt das angegebene Zeitmaaß, weil (was sehr irrig ist) verschiedene Trabanten andere Resultate darböten. Du Hamel, der Secretär der Pariser Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlassen hatte, und doch ihn bezeichnend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wissen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122–129), daß Römer, als er 1704, also 6 Jahre vor seinem Tode, ein eigenes Werk über die Geschwindigkeit des Lichtes herausgeben wollte, bei dem Resultate von 11′ fest beharrte: eben so Huygens (Tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz anders verfährt Cassini; er findet für den ersten Trabanten 7′ 5″, für den zweiten 14′ 12″, und legt für seine Jupitertafeln zum Grunde 14′ 10″ pro persagrando diametri semissi. Der Irrthum war also im Zunehmen. (Vergl. Horrebow, Triduum. p. 129; Cassini, Hypothèses et Satellites de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666–1699 T. VIII. p. 435 und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 751 und 782; Du Hamel, Physica p. 435.

‡) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 653.

||) Reduction of Bradley's observations at Kew and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's astr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 309. (Vergl. Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford 1832.) — Ueber die bisherigen Erklärungsversuche der Aberration nach der Undulations-Theorie des Lichts s. Doppler in den Abhandl. der kön. böhmischen Gesellschaft der Wiss. 5te Folge Bd. III. S. 745–765. Ungemein merkwürdig ist für die Geschichte großer astronomischer Entdeckungen, daß Picard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Entdeckung und Erklärung der Ursach der Aberration, wahrscheinlich seit 1667, eine wiederkehrende Bewegung des Polarsternes von ohngefähr 20″ bemerkt, welche „weder Wirkung der Parallaxe noch der Refraction sein könne und in entgegengesetzten Jahreszeiten sehr regelmäßig sei." (Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geschwindigkeit des directen Lichts früher zu entrecken, als sein Schüler Römer die Geschwindigkeit des reflectirten Lichtes bekannt machte.

len in der Secunde, und die Aberrations-Conſtante 20″,2116; aber nach neueren, achtzehnmonatlichen Aberrations-Beobachtungen von Struve am großen Paſſage-Inſtrument von Pulkowa*) muß die erſte dieſer Zahlen anſehnlich vergrößert werden. Das Reſultat dieſer großen Arbeit war: 8′ 17″,78; woraus bei der Aberrations-Conſtante von 20″,4451 mit Encke's Verbeſſerung der Sonnen-Parallaxe im J. 1835 und der im aſtronomiſchen Jahrbuch für 1852 von ihm angegebenen Werthe des Erdhalbmeſſers die Lichtgeſchwindigkeit von 41549 geogr. Meilen folgt. Der wahrſcheinliche Fehler in der Geſchwindigkeit ſoll kaum noch 2 geogr. Meilen betragen. Dies Struviſche Reſultat iſt von dem Delambriſchen (8′ 13″,2), das von Beſſel in dem Trab. Regiom. und bisher in den Berliner aſtronomiſchen Jahrbuche angewandt worden iſt, für die Zeit, welche der Lichtſtrahl von der Sonne zur Erde braucht, um $^1/_{110}$ verſchieden. Als völlig abgeſchloſſen iſt die Discuſſion des Gegenſtandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeſchwindigkeit des Polarſterns in Verhältniß von 133 zu 134 ſchwächer ſei, als die ſeines Begleiters, iſt aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch ſeine Kenntniſſe wie durch ſeine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichneter Phyſiker, Herr Fizeau, hat durch ſinnreich conſtruirte Vorrichtungen, in denen künſtliches, ſternartiges Licht von Sauerſtoff und Waſſerſtoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwiſchen Suresne und La Butte Montmartre, an den Punkt zurückgeſandt wird, von dem es ausgegangen, eine terreſtriſche Meſſung der Lichtgeſchwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen verſehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechſelnd den Lichtſtrahl oder ließ ihn frei durch zwiſchen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählers (compteur) glaubte man ſchließen zu können, daß das künſtliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwiſchen den Stationen, in $^1/_{18000}$ einer Zeitſecunde zurücklegte: woraus ſich eine Geſchwindigkeit von 310788 Kilometer oder (da 1 geogr. Meile 7419 Meter iſt) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde †) ergiebt. Dies Reſultat käme demnach dem von Delambre (41994 Meilen) aus den Jupiterstrabanten geſchloſſenen am nächſten.

Directe Beobachtungen und ſinnreiche Betrachtungen über die Abweſenheit aller Färbung während des Lichtwechſels der veränderlichen Sterne, auf die ich ſpäter zurückkommen werde, haben Arago zu dem Reſultate geführt, daß nach der Undulations-Theorie die Lichtſtrahlen, welche verſchiedene Farbe, und alſo ſehr verſchiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transverſal-Schwingungen haben, ſich in den himmliſchen Räumen mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen. Deshalb iſt aber doch im Innern der verſchiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit und Brechung verſchieden ‡). Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß [illegible]

*) Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 106 und 107 (vergl. Kosmos Buch I. S. 77). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geſchwindigkeit des Lichts in der Secunde zu 308000 Kilometer oder 77000 Lieues (alſo jede zu 4000 Meter) geſchätzt wird, ſo ſteht dieſe Angabe der neuen Struviſchen am nächſten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte 41549. Ueber den Unterſchied der Aberration des Polarſternes und ſeines Begleiters, und Struve's eigene neuere Zweifel ſ. Mädler, Aſtronomie 1849 S. 393. Ein noch größeres Reſultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde giebt William Richardſon: nämlich 8′ 10″,28, wozu die Geſchwindigkeit von 41422 geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

†) Fizeau giebt ſein Reſultat in Lieues an, deren 25 auf einen Aequatorial-Grad geben und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 ſolcher Lieues in der Secunde. Ueber frühere Verſuche von Fizeau ſ. Comptes rendus T. XXIX. p. 92. In Moigno, Répert. d'Optique moderne P. III. p. 1162, iſt das Reſultat zu 70843 Lieues (25 = 1°) angegeben: alſo [illegible] geogr. Meilen, dem Reſultat von Bradley und Bessel am nächſten.

‡) „D'après la théorie mathematique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons, dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Éther avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet qué produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on l'exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la di-

Prisma die Brechung nicht durch die relative Geſchwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Meſſungen gaben einſtimmig das Reſultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde ſich hinbewegt, denſelben Brechungs-Index darbietet als das Licht der Sterne, nach welchen die Erde ſich entfernt. In der Sprache der Emiſſions-Hypotheſe ſagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geſchwindigkeiten ausſenden, daß aber unter dieſen verſchiedenen Geſchwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag*).

Vergleicht man die Geſchwindigkeit des Sonnen-, Sternen und irdiſchen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma ſich alle auf ganz gleiche Weiſe verhalten, mit der Geſchwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, ſo wird man geneigt, nach den von Wheatſtone mit bewundernswürdigem Scharfſinn angeordneten Verſuchen die letztere auf das mindeſte für ſchneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem ſchwächſten Reſultate des Wheatſtoniſchen optiſchen Dreh-Apparats legt das electriſche Licht in der Secunde 288000 engliſche Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographiſche Meilen†). Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, ſo erhält man den oben angegebenen Unterſchied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Dieſe Angabe widerſpricht ſcheinbar der ſchon von William Herſchel aufgeſtellten Anſicht, nach der das Sonnen- und Fixſternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetiſchen Proceſſes, ein perpetuirliches Nordlicht ſei. Ich ſage ſcheinbar; denn es iſt wohl nicht die Möglichkeit zu beſtreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, ſehr verſchiedenartige magneto-electriſche Proceſſe geben könne, in denen das Erzeugniß des Proceſſes, das Licht, eine verſchiedenartige Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit beſäße. Zu dieſer Vermuthung geſellt ſich die Unſicherheit des numeriſchen Reſultats in den Wheat-

---

persion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Ether dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y *propagent* avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits rélatifs aux interférences:

	mm
violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations." Arago, Handſchr. von 1849. Vergl. auch Annuaire pour 1842 p. 333–336. — Die Länge der Lichtwelle des Aethers und die Geſchwindigkeit der Schwingungen beſtimmen den Charakter der Farbenſtrahlen. Zum Violet, dem am meiſten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigſten refrangibeln Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

*) „J'ai prouvé, il y a bien des années, par des observations directes que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier *avec la théorie de l'émission* qu'à l'aide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans la théorie de l'émission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet solaires sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais obscurs par défaut ou par excès de vitesse. A plus de vitesse correspond une moindre réfraction, comme moins de vitesse entraîne une réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi *il existe des rayons dans les stries noires* de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes." Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1833 T. VIII. 1839 p. 326 und Poiſſon, Traité de Mécanique éd. 2. 1833 T. I. § 168. Nach den Anſichten der Undulations-Theorie ſenden die Geſtirne Wellen von unendlich verſchiedenen transverſalen Oſcillations-Geſchwindigkeiten aus.

†) Wheatſtone in den Philos. Transact. of the Royal Soc. for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieſer Abhandlung beſchriebenen Verſuchen ſcheint zu folgen, daß das menſchliche Auge fähig iſt Lichterſcheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Millionen-Theilchen einer Secunde eingeſchränkt iſt." Ueber die im Texte erwähnte Hypotheſe, nach welcher das Sonnenlicht unſerem Polarlicht analog iſt, ſ. Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 p. 351. Der ſcharfſinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommneten Wheatſtoniſchen Drehungs-Apparats, um zwiſchen der Emiſſions- und Undulations-Theorie zu entſcheiden, da nach der erſteren das Licht ſchneller, nach der zweiten langſamer durch Waſſer als durch Luft geht, hat Arago ſchon in den Comptes rendus T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. Comptes rendus pour 1850 T. XXX. p. 489–495 und 556.)

ſtoniſchen Verſuchen. Ihr Urheber ſelbſt hält daſſelbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Beſtätigung bedürftig," um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Verſuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit ſeiner telegraphiſchen Längen-Beſtimmungen von Waſhington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerkſamkeit der Phyſiker lebhaft auf ſich gezogen. Nach Steinheil's Beſchreibung dieſer Verſuche war die aſtronomiſche Uhr des Obſervatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morſe auf der Telegraphenlinie in ſolche Verbindung geſetzt, daß ſich auf den endloſen Papierſtreifen des Apparats der Gang dieſer Uhr durch Punkte ſelbſt aufzeichnete. Der electriſche Telegraph trägt jedes dieſer Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denſelben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierſtreifen die Zeit von Philadelphia. Auf dieſe Weiſe können willkührliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der weſentliche Vortheil dieſer amerikaniſchen Methode beſteht," wie Steinheil ſich ausdrückt, „darin, daß ſie die Zeitbeſtimmung unabhängig von der Verbindung der beiden Sinne, — Geſicht und Gehör —, gemacht hat, indem der Uhrgang ſich ſelbſt notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70ſten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine conſtante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entſpringt aus der Zeit, die der electriſche Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwiſchen beiden Stationen zu durchlaufen."

Meſſungen, welche auf Leitungswegen von 1050 engliſchen oder 242 geographiſchen Meilen Länge angeſtellt wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit des hydrogalvaniſchen Stromes nur zu 18700 engliſchen oder 4060 geographiſchen Meilen*), d. h. funfzehnmal langſamer als der electriſche Strom in Wheatſtone's Drehſchreiben! Da in den merkwürdigen Verſuchen von Walker nicht zwei Drähte angewandt wurden, ſondern die Hälfte der Leitung, wie man ſich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geſchah; ſo könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt ſcheinen, daß die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit der Electricität ſowohl von der Natur als der Dimenſion†) des Mediums abhängig iſt. Schlechte Leiter in der Voltaiſchen Kette erwärmen ſich ſtärker als gute Leiter, und die electriſchen Entladungen ſind nach den neueſten Verſuchen von Rieß‡) ein ſehr verſchiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrſchenden Anſichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, ſind der Anſicht von linearer Molecular-Leitung zwiſchen den beiden Drahtenden und der Vermuthung von Leitungs-Hinderniſſen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einſt als Zwiſchenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherſtellung) der electriſchen Spannung allein angehören ſoll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieſer Art von Beobach-

---

*) Steinheil in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 679 (1849) S. 97–100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorſchläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX p. 1386.) Noch neuere ſinnreiche Verſuche von Mitchel, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journal, Dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen ſich zugleich von Wheatſtone's und Walker's Reſultaten. Auffallende Unterſchiede von Leitung durch Eiſen und Kupfer zeigen die Verſuche in den Comptes rendus T. XXX p. 439.

†) S. Poggendorff in ſeinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet, Comptes rendus T. XXX. p. 501.

‡) Rieß in Poggend. Ann. Bd. 78 S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwiſchenliegenden Erdreichs ſ. die wichtigen Verſuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Comptes rendus T. XXIX. p. 393. „Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre sert plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil."

ngen wahrſcheinlich iſt, daß die Aberrations-Conſtante und demnach die Lichtgeſchwindigkeit aller Fixſterne dieſelbe iſt; ſo iſt doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Maſſe die Gravitation die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emiſſions-Theorie giebt ſolchen Phantaſien eine wiſſenſchaftliche Form*). Ich erwähne hier derſelben nur deshalb, weil ſpäter gewiſſer Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeſchrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten ſchienen, Erwähnung geſchehen muß. Es iſt der Zweck dieſes Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit ſeiner Ausarbeitung und ſeines Erſcheinens die Wiſſenſchaft nach verſchiedenen Richtungen bewegt hat und ſo den individuellen Charakter einer Epoche in der ſideriſchen wie in der telluriſchen Sphäre bezeichnet.

Die photometriſchen oder Helligkeits-Verhältniſſe ſelbſtleuchtender Geſtirne, welche den Weltraum erfüllen, ſind ſeit mehr als zweitauſend Jahren ein Gegenſtand wiſſenſchaftlicher Beobachtung und Schätzung geweſen. Die Beſchreibung des geſtirnten Himmels umfaßte nicht bloß die Ortsbeſtimmungen, die Meſſung des Abſtandes der leuchtenden Weltkörper von einander und von den Kreiſen, welche ſich auf den ſcheinbaren Sonnenlauf und die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes beziehen; ſie berührte auch zugleich die relative Lichtſtärke der Geſtirne. Die Aufmerkſamkeit der Menſchen iſt gewiß am früheſten auf den letzten Gegenſtand geheftet geweſen; einzelne Sterne haben Namen erhalten, ehe man ſie ſich als mit anderen in Gruppen und Bildern verbunden dachte. Unter den wilden kleinen Völkerſchaften, welche die dichten Waldgegenden des Oberen Orinoco und Atabapo bewohnen, an Orten, wo der undurchdringliche Baumwuchs mich gewöhnlich zwang zu Breiten-Beſtimmungen nur hoch culminirende Sterne zu beobachten, fand ich oft bei einzelnen Individuen, beſonders bei Greiſen, Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centaur und α des ſüdlichen Kreuzes. Hätte das Verzeichniß der Sternbilder, welches wir unter dem Namen der Cataſterismen des Eratoſthenes beſitzen, das hohe Alter, das man ihm ſo lange zugeſchrieben (zwiſchen Autolycus von Pitane und Timocharis, alſo faſt anderthalb Jahrhunderte vor Hipparch); ſo beſäßen wir in der Aſtronomie der Griechen eine Grenze für die Zeit, wo die Fixſterne noch nicht nach relativen Größen gereihet waren. Es wird in den Cataſterismen bei der Aufzählung der Geſtirne, welche jedem einzelnen Sternbilde zukommen, oft der Zahl der in ihnen leuchtendſten und größten, oder der dunkeln, wenig erkennbaren, gedacht†); aber keiner relativen Beziehung der Angaben von einem Sternbilde zum anderen. Die Cataſterismen ſind nach Bernhardy, Baehr und Letronne mehr als zwei Jahrhunderte neuer als der Catalog des Hipparchus: eine unfleißige Compilation, ein Excerpt aus dem, dem Julius Hyginus zugeſchriebenen Poeticum astronomicum, wenn nicht aus dem Gedichte Ἑρμῆς des alten Eratoſthenes. Jener Catalog des Hipparchus, welchen wir in der Form beſitzen, die ihm im Almageſt gegeben iſt, enthält die erſte und wichtige Beſtimmung der Größen-

*) Mädler, Aſtr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72. „Selon la théorie de l'émission on croit pouvoir démontrer que si le diamètre d'une étoile fixe serait 250 fois plus grand que celui du soleil, sa densité restant la même, l'attraction exercée à sa surface détruirait la quantité de mouvement de la molécule lumineuse émise, de sorte qu'elle serait invisible à de grandes distances." Wenn man dem Arcturus mit William Herſchel einen ſcheinbaren Durchmeſſer von 0″,7 zuſchreibt, ſo folgt aus dieſer Annahme, daß der wirkliche Durchmeſſer dieſes Sterns nur 11mal größer iſt als der unſerer Sonne (Kosmos Buch I. S. 74 u. Anm. *). Nach der obigen Betrachtung über eine der Urſachen des Nichtleuchtens würde bei ſehr verſchiedenen Dimenſionen der Weltkörper die Licht-Geſchwindigkeit verſchieden ſein müſſen, was bisher durch die Beobachtung keineswegs beſtätigt iſt. (Arago in den Comptes rendus T. VIII. p. 326: „les expériences sur l'égale déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la terre marche ou dont elle s'éloigne, rend compte de l'égalité de vitesse apparente des rayons de toutes les étoiles.")

†) Eratoſthenes, Catasterismi ed. Schaubach 1795 und Eratosthenica ed. God. Bernhardy 1822 p. 110–116. Die Beſchreibung unterſcheidet unter den Sternen λαμπρούς (μεγάλους) und ἀμαυρούς (cap. 2, 11, 41). Eben ſo Ptolemäus; bei ihm beziehen ſich οἱ ἀμάυροι nur auf die Sterne, welche nicht förmlich zu einem Sternbilde gehören.

classen (Helligkeits-Abstufungen) von 1022 Sternen, also ungefähr von $^1/_5$ aller am ganzen Himmel mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zwischen 1ter und 6ter Größe, letztre mit eingeschlossen. Ob die Schätzungen von Hipparchus allein herrühren, ob sie nicht vielmehr theilweise den Beobachtungen des Timocharis oder Aristyllus angehören, welche von Hipparchus so oft benutzt wurden; bleibt ungewiß.

Diese Arbeit ist die wichtige Grundlage gewesen, auf welcher die Araber und das ganze Mittelalter fortgebauet; ja die bis in das 19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erster Größe auf 15 zu beschränken (Mädler zählt deren 18, Rümker nach sorgfältigerer Erforschung des südlichen Himmels über 20), stammt aus der Classification des Algamest am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewiesen, nannte dunkle Sterne alle, welche schwächer als seine 6te Classe leuchten; von dieser Classe führt er sonderbarerweise nur 49 auf, fast gleichartig unter beide Hemisphären vertheilt. Erinnert man sich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge sichtbaren Fixsterne aufführt, so hätte dasselbe, nach Argelanders Untersuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben sollen. Die Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) des Ptolemäus und der Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes sind meist kleine Sternschwärme*), welche bei der reineren Luft des südlichen Himmels als Nebelflecke erscheinen. Ich gründe diese Vermuthung besonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perseus. Galilei, der so wenig als die griechischen und arabischen Astronomen den dem bloßen Auge sichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, sagt in Nuncius sidereus selbst, daß stellae nebulosae nichts anders sind, als Sternhaufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent†). Das Wort Größenordnung (τῶν μεγεθῶν τάξις), obgleich auf den Glanz beschränkt, hat doch schon im 9ten Jahrhunderte zu Hypothesen über die Durchmesser der Sterne verschiedener Helligkeit geführt‡): als hinge die Intensität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung, dem Volum, der Masse und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünstigenden, Beschaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongolischen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Astronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometrische Bestimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Classen der hipparchischen und ptolemäischen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterschied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Versuche zehntheiliger Abstufungen von Struve und Argelander erinnert‖). In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieser photometrische Fortschritt, die genauere Bestimmung der Lichthelligkeiten, dem Abdurrahman Sufi zugeschrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen" herausgegeben hatte und zuerst der einen (Malleganischen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochsen erwähnte. Seit der Einführung des teleskopischen Sehens und seiner allmäligen Vervollkommnung wurden die Schätzungen der Lichtabstufung weit über die 6te Classe ausgedehnt. Das Bedürfniß, die im Schwan und im Ophiuchus neu erschienenen Sterne (der erstere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte zu photometrischen Betrachtungen. Die sogenannten dunkeln Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numerische Benennungen relativer Licht-Intensität. „Astronomen," sagt Sir John Herschel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raum-

*) Ptol. Almag. ed. Halma T. II. p. 40 und in Eratosth. Catast. cap. 22 pag. 18: ἡ δὲ κεφαλὴ καὶ ἡ ἄρπη ἄνατος ὁρᾶται, διὰ δὲ νεφελοειδοῦς συστροφῆς δοκεῖ τισιν ὁρᾶσθαι. Eben so Geminus, Phaen. (ed Hilder. 1590) p. 46.

†) Kosmos Buch II. S. 368 und Anm. ‖).

‡) Muhamedis Alfragani Chronologica et Astr. Elementa 1590 cap. XXIV p. 118.

‖) Einige Handschriften des Almagest deuten auch auf solche Unterabtheilungen oder Zwischenclassen hin, da sie den Größen-Bestimmungen die Wörter μείζων oder ἐλάσσων zufügen (Cod. Paris. No. 2389). Tycho drückte diese Mehrung und Minderung durch Punkte aus.

durchdringender Fernröhre gewöhnt ſind, verfolgen abwärts die Reihung der Lichtſchwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe*)." Aber bei ſo ſchwachem Lichtglanze ſind die Benennungen der Größenclaſſen theilweiſe ſehr unbeſtimmt, da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herſchel 18ter bis 20ter nennt.

Es iſt hier nicht der Ort, die ſehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten, von Auzout und Huygens bis Bouguer und Lambert, von William Herſchel, Rumford und Wollaſton bis Steinheil und John Herſchel, zu Lichtmeſſungen angewandt worden ſind. Es genügt nach dem Zweck dieſes Werkes die Methoden überſichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künſtlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verſchieden; Diaphragmen; Plangläſer von verſchiedener Dicke und Farbe; künſtliche Sterne, durch Reflex auf Glaskugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei ſiebenfüßigen Teleſcopen, bei denen man faſt in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte: Reflexions-Inſtrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich ſieht, nachdem das Fernrohr vorher ſo geſtellt worden iſt, daß der unmittelbar geſehene Stern zwei Bilder von gleicher Intenſität gegeben hat †); Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemeſſen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Aſtrometer ‡), in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linſe in verſchiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtſchwächeren Stern concentrirt wird. Der geiſtreiche Aſtronom, welcher in der neueſten Zeit in beiden Hemiſphären ſich am eifrigſten mit der numeriſchen Beſtimmung der Lichtſtärke beſchäftigt hat, Sir John Herſchel, geſteht doch nach vollbrachter Arbeit ſelbſt, daß die praktiſche Anwendung genauer photometriſcher Methoden noch immer als „ein Deſideratum der Aſtronomie" betrachtet werden müſſe, daß „die Lichtmeſſung in der Kindheit liege." Das zunehmende Intereſſe für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegebenheit, die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß ſicherer Lichtbeſtimmung jetzt mehr als je fühlen laſſen.

Es iſt weſentlich zu unterſcheiden zwiſchen der bloßen Reihung der Geſtirne nach ihrem

---

*) Sir John Herſchel, Outl. of Astr. p. 520–527.

†) Das iſt die Anwendung des Spiegelſextanten zur Beſtimmung der Lichtſtärke der Sterne, deſſen ich mich mehr noch als der Diaphragmen, die mir Borda empfohlen hatte, unter den Tropen bedient habe. Ich begann die Arbeit unter dem ſchönen Himmel von Cumana, und ſetzte ſie ſpäter in der ſüdlichen Hemiſphäre, unter weniger günſtigen Verhältniſſen, auf der Hochebene der Andes und an dem Südſee-Ufer bei Guayaquil bis 1803 fort. Ich hatte mir eine willkührliche Scale gebildet, in der ich Sirius als den glänzendſten aller Fixſterne = 100 ſetzte; die Sterne 1ſter Größe zwiſchen 100 und 80, die 2ter Größe zwiſchen 80 und 60, die 3ter Größe zwiſchen 60 und 45, die 4ter zwiſchen 45 und 30, die 5ter zwiſchen 30 und 20. Ich muſterte beſonders die Sternbilder des Schiffes und des Krauichs, in denen ich ſeit La Caille's Zeit Veränderungen zu finden glaubte. Mir ſchien, nach ſorgfältigen Combinationen der Schätzung und andere Sterne als Mittelſtufen benutzend, Sirius ſo viel lichtſtärker als Canopus wie α Centauri lichtſtärker iſt als Achernar. Meine Zahlen können wegen der oben erwähnten Claſſification keineswegs unmittelbar mit denen verglichen werden, welche Sir John Herſchel ſchon ſeit 1838 bekannt gemacht hat. (S. mein Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. LXXI und Relat. hist. du Voy. aux Régions équin. T. I. p. 518 und 624; auch Lettre de Mr. de Humboldt à Mr. Schumacher en févr. 1839, in den Aſtr. Nachr. No. 374. In dieſem Briefe heißt es: „Mr. Arago, qui possède des moyens photométriques entièrement différent de ceux qui ont été publiés jusqu'ici, m'avait rassuré sur la partie des erreurs qui pouvaient provenir du changement d'inclinaison d'un miroir entamé sur la face intérieure. Il blâme d'ailleurs le principe de ma méthode et le regarde comme peu susceptible de perfectionnement, non seulement à cause de la différence des angles entre l'étoile vue directement et celle qui est amenée par réflexion, mais surtout parce que le résultat de la mesure d'intensité dépend de la partie de l'oeil qui se trouve en face de l'oculaire. Il y a erreur lorsque la pupille n'est pas très exactement à la hauteur de la limite inférieure de la portion non entamée du petit miroir."

‡) Vergl. Steinheil, Elemente der Helligkeits-Meſſungen am Sternenhimmel München 1836 (Schum. Aſtr. Nachr. No. 609) und John Herſchel, Results of Astronomical Observations made during the years 1834–1838 at the Cape of Good Hope (Lond. 1847), p. 353–357. Mit dem Photometer von Steinheil hat Seidel 1846 die Lichtquantitäten mehrerer Sterne erſter Größe, welche in unſeren nördlichen Breiten in hinreichender Höhe erſcheinen, zu beſtimmen verſucht. Er ſetzt Wega = 1 und findet dann: Sirius 5, 13; Rigel, deſſen Glanz im Zunehmen ſein ſoll, 1, 30; Arcturus 0, 84; Capella 0, 83; Procyon 0, 71; Spica 0, 49; Atair 0, 40; Aldebaran 0, 36; Deneb 0, 35; Regulus 0, 34; Pollux 0, 30; Beteigeuze fehlt, weil er veränderlich iſt: wie ſich beſonders zwiſchen 1836 und 1839 (Outlines p. 523) gezeigt hat.

Glanze, ohne numeriſche Schätzungen der Intenſität des Lichtes (eine ſolche Reihung enthält Sir John Herſchel's wiſſenſchaftliches Handbuch für Seefahrer); und zwiſchen Claſſifications mit zugefügten Zahlen, welche die Intenſität unter der Form ſogenannter Größen-Verhältniſſe oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgeſtrahlten Lichtes ausdrücken *). Die erſte Zahlenreihe, auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch ſinnreiche Bearbeitung des Stoffes †) vervollkommnet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen ſo unvollkommenen Zuſtande der photometriſchen Apparate wahrſcheinlich den Vorzug: ſo ſehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verſchiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erſter Größe: Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Wega, ſind ſchon, bei weißem Lichte, weit ſchwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als ſchwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen ſehr intenſiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne, Procyon, Capella oder Atair, mit röthlichen, wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden ſollen ‡).

Mittelſt einer photometriſchen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelſterne α Centauri des ſüdlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtſtärke, hat Sir John Herſchel es verſucht, das Verhältniß zwiſchen der Intenſität des Sonnenlichtes und dem Lichte eines Sternes 1ſter Größe zu beſtimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaſton) ein Wunſch erfüllt, den John Michell ||) ſchon 1767 ausgeſprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Meſſungen, mit einem prismatiſchen Apparate veranſtaltet, fand Sir John Herſchel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun iſt nach Wollaſton ¶) die Sonne 801072mal lichtſtärker als der Vollmond; es folgt alſo daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zuſendet, ſich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es iſt demnach ſehr wahrſcheinlich, wenn man nach ſeiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anſchlag bringt, daß deſſen innere (abſolute) Leuchtkraft die unſerer Sonne $2^3/_{10}$mal überſteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaſton 20000 Millionen Male ſchwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wiſſen glaubt (0″,230), übertrifft aber ſeine wirkliche (abſolute) Lichtſtärke die der Sonne 63mal **). Unſere Sonne gehört

*) Vergl. für die numeriſchen Fundamente photometriſcher Reſultate 4 Tafeln von Sir John Herſchel in den Cap-Beobachtungen a) p. 341; b) p. 367–371; c) p. 440 und d) in den Outlines of Astr. p. 522–525 und 645–646. Für eine bloße Reihung ohne Zahlen ſ. das Manual of scient. Enquiry prepared for the use of the Navy 1849 p. 12. Um die bisher übliche conventionelle Sprache (die alte Claſſen-Eintheilung nach Größen) zu vervollkommnen, iſt in den Outlines of Astronomy p. 645 der vulgar Scale of Magnitudes, die am Ende dieſes Abſchnittes mit Verbindung der nördlichen und ſüdlichen Sterne eingeſchaltet werden ſoll, eine Scale of photometric Magnitudes beigefügt, bloß durch Addition von 0, 41, wie in der Capreiſe p. 370 umſtändlicher erklärt wird.

†) Argelander, Durchmuſterung des nördl. Himmels zwiſchen 45° und 80° Decl. 1846 S. XXIV–XXVI; Sir John Herſchel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

‡) A. a. O. p. 304 und Outl. p. 522.

||) Philos. Transact. Vol. LVII for the year 1767 p. 234.

¶) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herſchel's Outlines p. 553. Wollaſton's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts iſt von 1799 und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Verſuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glaskugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intenſität der Sonne in Verhältniß zum Monde weichen ſehr von dem hier gegebenen Reſultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretiſchen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Meſſungen von Schatten der Kerzenlicht gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtſtärke 3000mal ſchwächer als der Vollmond ſei. Nach Steinheil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als ſie es jetzt iſt, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erſcheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herſchel für uns nur die halbe Lichtſtärke von Canopus (Herſchel, Observ. at the Cape p. 34). Alle dieſe Intenſitäts-Verhältniſſe, beſonders die wichtige Vergleichung der Lichtſtärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur erſtrahlenden Erde ſo verſchiedenen aſchfarbigen Lichte unſers Trabanten, verdienen eine endliche, viel ernſtere Unterſuchung.

**) Outl. of Astr. p. 553, Astr. Observ. at the Cape p. 363.

alſo durch die Intenſität ihrer Lichtproceſſe zu den ſchwachen Fixſternen. Sir John Herſchel ſchätzt die Lichtſtärke des Sirius gleich dem Lichte von faſt zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der ſchon eingeſammelten Erfahrungen ſehr wahrſcheinlich iſt, daß alle Weltkörper wenn auch nur in ſehr langen und ungemeſſenen Perioden, *veränderlich* ſind im *Raume* wie in der *Lichtſtärke*; ſo erſcheint, bei der Abhängigkeit alles organiſchen Lebens von der Temperatur und Lichtſtärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernſter Zweck wiſſenſchaftlicher Unterſuchung. Dieſe Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten, künftigen Geſchlechtern numeriſche Beſtimmungen zu hinterlaſſen über den Lichtzuſtand des Firmaments. Viele geognoſtiſche Erſcheinungen, welche ſich beziehen auf die thermiſche *Geſchichte unſeres Luftkreiſes*, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren ſolche Betrachtungen ſchon vor mehr als einem halben Jahrhundert dem großem Forſcher William Herſchel nicht entgangen, welcher, ehe noch der enge Zuſammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich *).

Das vielverſprechendſte Mittel directer Meſſung der Lichtſtärke hat Arago in dem Complementar-Zuſtande der durch Transmiſſion und Reflexion geſehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung †) mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe ſeiner *photometriſchen Methode*, der er auch den optiſchen Grundſatz, auf welchem ſein *Cyanometer* beruht, beigefügt hat.

Die ſogenannten Größen-Verhältniſſe der Fixſterne, welche jetzt unſere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmiſchen Lichtveränderungen ſehr verſchiedenen Zeiten zugehört. Ein ſicheres Kennzeichen ſolcher Lichtveränderungen iſt aber nicht immer, wie lange angenommen worden iſt, die Reihenfolge der

---

*) William *Herſchel* on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 82 und on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John *Herſchel*, Observ. at the Cape p. 386–392.

†) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) Mesures photométriques.

„Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection que lorsqu'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblissement graduel de la lumière la plus fort. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleur des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles.

„Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui forme les premiers, est plus forte ou plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouen un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré.

b) Cyanomètre.

„Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'oeil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés.

„Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde à l'oeil nu immédiatement à côté de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles."

ſtaben, welche in der ſeit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts ſo viel gebrauchten Uranometria Bayeri den Sternen beigefügt ſind. Argelander hat glücklich erwieſen, daß man von dem alphabetiſchen Vorrange nicht auf die relative Helligkeit ſchließen kann, und daß Bayer in der Wahl der Buchſtaben ſich von der Geſtalt und Richtung der Sternbilder habe leiten laſſen *).

Photometriſche Reihung der Fixſterne.

Ich beſchließe dieſen zweiten Abſchnitt mit einer Tafel, welche den Outlines of Astronomy von Sir John Herſchel pag. 645 und 646 entnommen iſt. Ich verdanke die Zuſammenſtellung und lichtvolle Erläuterung derſelben meinem gelehrten Freunde Herrn Dr. Galle, und laſſe einen Auszug ſeines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photrometic scale in den Outlines of Astronomy ſind Rechnungs-Reſultate aus der vulgar scale, mittelſt durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. In dieſen genaueren Größen-Beſtimmungen der Sterne iſt der Verf. durch beobachtete Reihenfolgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieſer Beobachtungen mit den durchſchnittlichen gewöhnlichen Größenangaben gelangt (Capreiſe p. 304—352), wobei insbeſondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt ſind (p. 305). Die eigentlichen photometriſchen Meſſungen mehrerer Sterne mittelſt des Aſtrometers (Capreiſe p. 353 flgd.) ſind bei dieſer Tafel nicht unmittelbar benutzt, ſondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu ſehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2, 3te ... Größe) ſich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat ſich denn das allerdings merkwürdige Reſultat gefunden, daß unſere gewöhnlichen Sterngrößen (1, 2, 3 ...) ungefähr ſo abnehmen, wie wenn man einen Stern erſter Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3 ... brächte, wodurch ſeine Helligkeit nach photometriſchem Geſetz die Werthe 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ... erlangen würde (Capreiſe p. 371, 372; Outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinſtimmung noch größer zu machen, ſind unſere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: ſo daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größe künftig 2,41ſter Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größe künftig 2,91ſter Größe u. ſ. w. Sir John Herſchel ſchlägt daher dieſe „photometriſche" (erhöhte) Scale zur Annahme vor (Capreiſe p. 372, Outl. p. 522), welchem Vorſchlage man wohl nur beiſtimmen kann. Denn einestheils iſt der Unterſchied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardly be felt, Capreiſe p. 372); anderntheils kann die Tafel Outlines p. 645 flgd. bis zur vierten Größe hinab als Grundlage bereits dienen: und die Größen-Beſtimmung der Sterne nach dieſer Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter ... Größe ſich genau wie 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ... verhalten ſollen, was ſie näherungsweiſe ſchon jetzt thun — iſt demnach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalſtern erſter Größe für die photometriſche Scale und als Einheit der Lichtmenge wendet Sir John Herſchel α Centauri an (Outl. p. 523, Capreiſe p. 372). Wenn man demnach die photometriſche Größe eines Sterns quadrirt, hat man das umgekehrte Verhältniß ſeiner Lichtmenge zu der von α Centauri. So z. B. hat $\varkappa$ Orionis die photometriſche Größe 3, enthält daher $1/9$ ſo viel Licht als α Centauri. Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß $\varkappa$ Orionis 3mal weiter von uns entfernt iſt als α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper ſind. Bei der Wahl eines anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius als Einheit der die Entfernungen andeutenden photometriſchen Größen würde ſich die erwähnte Geſetzmäßigkeit nicht ſo einfach erkennen laſſen. Auch iſt es nicht ohne Intereſſe, daß von α Centauri die Entfernung mit Wahrſcheinlichkeit bekannt und daß dieſelbe von den bis jetzt unterſuchten die kleinſte iſt. — Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scalen als der photometriſchen (welche nach den Quadraten fortſchreitet: 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ...) behandelt der Verfaſſer in den Outlines p. 521. Er erwähnt daſelbſt geometriſche Progreſſionen: z. B. 1, $1/2$, $1/4$, $1/8$ ... oder 1, $1/3$, $1/9$, $1/27$ ....

*) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. „In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicate" (§ 9). Durch Bayer iſt demnach gar nicht erwieſen, daß Caſtor heller lichtſtärker geweſen ſei als Pollux.

die Wichtigkeit sehr vollständiger Sternverzeichnisse erkennen. Ist der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, so beschleunigt seine zweite Entdeckung in einem älteren Positions-Catalog die schwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einst beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langsamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der sorgfältigsten Messungen würden darbieten können. So sind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Lalande*) von großer Wichtigkeit gewesen. Uranus ist, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben gesagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamsteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann sagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetarischer Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8.9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollständigkeit der Sternverzeichnisse und die Sorgfalt der Beobachter gegründet sei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den messenden Instrumenten verbinden lehrten, war der erste Sterncatalog, welcher erschien, der der südlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, sonderbar genug, doch keine Bestimmung unter der 6ten Größe†). Früher hatte allerdings schon Flamsteed die Arbeit seines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieses berühmten Mannes erschien erst 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unserem Bessel durch seine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichsam verherrlicht wurden‡); die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Massen‖) und einen wichtigen Theil dessen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt ist, sich aber allein auf Beobachtungen zwischen den Jahren 1789 und 1800 von seinem Neffen Le Français de Lalande und von Burckhard gründet, hat spät erst eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der sorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe sind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung

---

*) Baily, Cat. of those Stars in the Historia Celestis of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, s. die Betrachtungen von Sir John Herschel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergleiche auch über vermißte Sterne Schumacher, Astr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

†) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

‡) Bessel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1755, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Bessel, Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1850 computatae, 1830.)

‖) Ich dränge hier in Eine Note die numerischen Angaben aus den Sternverzeichnissen zusammen, die minder große Massen, eine kleinere Zahl von Positionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beisatz der Zahl der Ortsbestimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 südliche Sterne bis 7^m incl., reducirt auf das Jahr 1750 von Henderson; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamsteed ursprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129–164); Bradley 3222, von Bessel auf das Jahr 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4543, meist Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822–1828 in Neu-Holland beobachtete Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das Jahr 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter Baily's Aufsicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis $7^1/_2$. Für die südlichsten Sterne besitzen wir noch die reichen Verzeichnisse von Henderson, Fallows, Maclear und Johnson auf St. Helena.

Sterne dritter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
β Draconis	3,06	3,47	ε Corvi	3,28	3,69	ζ Tauri	3,42	3,83
β Librae	3,07	3,48	ι Aurigae	3,29	3,70	δ Draconis	3,42	3,83
γ Virginis	3,08	3,49	γ Urs. min.	3,30	3,71	μ Geminorum	3,42	3,83
μ Argus	3,08	3,49	η Pegasi	3,31	3,72	γ Bootis	3,43	3,84
β Arietis	3,09	3,50	β Arae	3,31	3,72	ε Geminorum	3,43	3,84
γ Pegasi	3,11	3,52	α Toucani	3,32	3,73	α Muscae	3,43	3,84
δ Sagittarii	3,11	3,52	β Capricorni	3,32	3,73	α Hydri?	3,44	3,85
α Librae	3,12	3,53	ρ Argus	3,32	3,73	τ Scorpii	3,44	3,85
λ Sagittarii	3,13	3,54	ζ Aquilae	3,32	3,73	δ Herculis	3,44	3,85
β Lupi	3,14	3,55	β Cygni	3,33	3,74	δ Geminorum	3,44	3,85
ε Virginis?	3,14	3,55	γ Persei	3,34	3,75	q Orionis	3,45	3,86
α Columbae	3,15	3,56	μ Ursae	3,35	3,76	β Cephei	3,45	3,86
ϑ Aurigae	3,17	3,58	β Triang. bor.	3,35	3,76	ϑ Ursae	3,45	3,86
β Herculis	3,18	3,59	π Scorpii	3,35	3,76	ζ Hydrae	3,45	3,86
ι Centauri	3,20	3,61	β Leporis	3,35	3,76	γ Hydrae	3,46	3,87
δ Capricorni	3,20	3,61	γ Lupi	3,36	3,77	β Triang. austr.	3,46	3,87
δ Corvi	3,22	3,63	δ Persei	3,36	3,77	ι Ursae	3,46	3,87
α Can. ven	3,22	3,63	ψ Ursae	3,36	3,77	η Aurigae	3,46	3,87
β Ophiuchi	3,23	3,64	ε Aurigae, Var.	3,37	3,78	γ Lyrae	3,47	2,88
δ Cygni	3,24	3,65	υ Scorpii	3,37	3,78	η Geminorum	3,48	3,89
ε Persei	3,26	3,67	ι Orionis	3,37	3,78	γ Cephei	3,48	3,89
η Tauri?	3,26	3,67	γ Lyncis	3,39	3,80	κ Ursae	3,49	3,90
β Eridani	3,26	3,67	ζ Draconis	3,40	3,81	ε Cassiopeiae	5,49	3,90
ϑ Argus	3,26	3,67	α Arae	3,40	3,81	ϑ Aquilae	3,50	3,91
β Hydri	3,27	3,68	π Sagittarii	3,40	2,81	σ Scorpii	3,50	3,91
ζ Persei	3,27	3,68	π Herculis	3,41	3,82	τ Argus	3,50	3,91
ζ Herculis	3,28	3,69	β Can. min.?	3,41	3,82			

„Noch könnte auch folgende kleine Tafel der Lichtmenge von 17 Sternen erster Größe (wie solche aus den photometrischen Größen folgt) von einigem Interesse sein:

Sirius	4,165	α Orionis	0,489
η Argus	—	α Eridani	0,444
Canopus	2,041	Aldebaran	0,444
α Centauri	1,000	β Centauri	0,401
Arcturus	0,718	α Crucis	0,391
Rigel	0,661	Antares	0,391
Capella	0,510	α Aquilae	0,350
α Lyrae	0,510	Spica	0,312
Procyon	0,510		

sowie die Lichtmenge derjenigen Sterne, die genau erster, zweiter, ... sechster Größe sind:

Größe nach der gew. Scale.	Lichtmenge.	Größe nach der gew. Scale.	Lichtmenge.
1,00	0,500	4,00	0,051
2,00	0,172	5,00	0,034
3,00	0,086	6,00	0,024

wobei die Lichtmenge von α Centauri durchgängig die Einheit bildet."

III.

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung *) erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sterneteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo de la garua. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre, nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe strahlenlos wie durch gefärbte Blendgläser gesehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am seltensten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südströmungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küste, und segelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen soll. Eine Inclinations-Nadel allein †) könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetischen Curven, vor Irrthum bewahren, wie ich an einem andern Orte gezeigt habe.

Bouguer und sein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unastronomischen Himmel" Klage geführt. Eine ernstere Betrachtung knüpft sich noch an diese lichtraubende, jeder electrischen Entladung unfähige, blitz- und donnerlose Dunstschicht an, über welche frei und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und schneebedeckten Gipfel erheben. Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geschichte unseres Luftkreises vermuthen läßt, muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günstig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen Processe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; so kann man sich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menschheit der Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sterndecke verhüllenden Atmosphäre umgeben zu sein. Alle Kenntniß des Weltbaus wäre dann dem Forschungsgeiste entzogen geblieben. Außer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein isolirtes Dreigestirn, würden scheinbar Sonne, Mond und Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrtausenden unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathematischer Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur Aufzählung dessen übergangen wird, was bereits errungen worden ist; gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Ausbildung unseres Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätten beschränken können.

In der Betrachtung der Zahl der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind drei Fragen zu unterscheiden: wie viel Fixsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie

*) Kosmos Buch III. S. 404, Anmerkung †) und ‡).

†) A. a. O. Buch I. S. 91 Anm. *).

viele von dieſen ſind allmälig mit ihren Ortsbeſtimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufſteigung und Abweichung) in Verzeichniſſe gebracht? welches iſt die Zahl der Sterne von erſter bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel geſehen werden? Dieſe drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigſtens annäherungsweiſe beantwortet werden. Anderer Art ſind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchſtraße gegründet, die theoretiſche Löſung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch Herſchel's 20füßiges Teleſcop am ganzen Himmel unterſchieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt*), „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen."

Die numeriſchen Angaben, welche ich über dieſen Gegenſtand hier veröffentliche, gehören beſonders in den Endreſultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfaſſer der „Durchmuſterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebniſſe der Sterncataloge von neuem aufmerkſam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Claſſe bei organiſcher Verſchiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit, weil Sterne 6 . 7ter Größe ſich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel ſichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixſterne nach Verſchiedenheit der Größen beſtimmt Argelander †), bis zur 9ten Größe hinabſteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

---

*) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herſchel, Outl. of Astr. § 803.

†) Ich kann nicht verſuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zuſammenzudrängen, auf welche ſich Argelander's Anſichten ſtützen. Es wird hinlänglich ſein, aus ſeinen freundſchaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck aufgefordert, nach Maaßgabe der auf ſeine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu ſchätzen, welche 1ſter bis 7ter Größe (letztere eingeſchloſſen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten ſcheint. Er findet von — 30° bis + 90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Vorausſetzung, daß die Anhäufung vom 30° ſüdlicher Abweichung bis zum Südpol dieſelbe ſei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Dieſe Schätzung ſcheint auch mir der Wahrheit ſehr nahe zu kommen. Es iſt bekannt, daß, wenn man nur die ganze Maſſe betrachtet, jede folgende Claſſe ungefähr dreimal ſo viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catagolus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6ter: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin ſind aber die Sterne 6 . 7ter nicht einbegriffen: welche man, wenn nur ganze Claſſen gezählt werden, noch zu der 6ten Claſſe rechnen müßte. Ich glaube, daß man dieſe zu 1000 annehmen könne: ſo daß man 4000 Sterne 6ter hätte, und alſo nach der obigen Regel 12000 Sterne 7ter, oder 18000 Sterne von 1ter bis 7ter incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7ter, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI), bei Berückſichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrſcheinlich überſehenen. Ich finde auf dieſem Wege zwiſchen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7ter, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7ter in der von ihm durchmuſterten Himmelsgegend (von — 15° zu + 90°) zu 13400 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Einleitung zu Weiße's Catal. e zonis Regiomontanis ded. p. XXXII findet Struve in dem Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrſcheinlichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1ter — 7ter, alſo am ganzen Himmel 15050. Die Zahl iſt geringer, weil Struve die helleren Sterne um faſt eine halbe Größe genauer ſchätzte als ich. Es iſt hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieſer würde alſo wohl 18000 von 1ter bis 7ter incl. ſein. Sir John Herſchel ſpricht an der Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an die ich mich erinnern, nur von bereits eingetragenen Sternen: The whole number of Stars already registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting to from 12000 to 15000. Was die zwiſchen Sterne 8ter und 9ter betrifft, ſo findet Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°; Sterne 8ter Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel 40800 Sterne 8ter und 145800 Sterne 9ter. Wir hätten alſo nach Struve von 1ſter bis 9ter Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 201700 Sterne. Dieſe Zahlen hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche dieſelben Himmelsgegenden umfaßten, ſorgfältig verglich, und aus der Zahl der in denſelben gemeinſchaftlichen und der in jeder verſchiedenen Sterne nach der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen Sterne ſchloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, ſo verdient dieſe Rechnung ſehr viel Vertrauen. — Beſſel hat in ſeinen ſämmtlichen Zonen zwiſchen — 15° und + 45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne 9, 10, etwa 61000 verſchiedene Sterne 1ter bis 9ter incl. verzeichnet: woraus, mit Berückſichtigung der nach der Wahrſcheinlichkeit überſehenen, etwa 101500 der genannten Größen in dieſem Theile des Himmels folgen würden. Meine Zonen enthalten zwiſchen + 45° und + 80° etwa 22000 verſchiedene Sterne (Durchmuſterung des nördl. Himmels S. XXV); davon müſſen aber etwa 3000 von 9 . 10ter abgezogen werden: bleiben 19000. Meine Zonen ſind etwas reicher als die Beſſelſchen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+ 45° und + 80°) überhaupt nicht mehr als 28500 exiſtirende Sterne annehmen zu können: ſo daß man alſo 130000 Sterne bis zur 9ter incl. zwiſchen — 15° und

1ste Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.
20	65	190	425	1100

6te Gr.	7te Gr.	8te Gr.	9te Gr.
3200	13000	40000	142000.

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering*). Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu 15′ 33″,5 annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ster bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dies Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle 44′ 30″ eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparchs Sternverzeichniß kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte," an dem schönen italischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte!†) Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolomäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten, sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat; ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft

---

80° hätten. Dies ist aber 0,62181 des ganzen Himmels; und wir fänden bei gleichmäßiger Vertheilung am ganzen Firmament 209000 Sterne, also wieder nahe dieselbe Zahl wie nach Struve; vielleicht selbst eine nicht unbedeutend größere, da Struve die Sterne 9 . 10ter zu den Sternen 9ter gerechnet hat. — Die Zahlen, die wir nach meiner Ansicht für den ganzen Himmel annehmen können, wären also: 1ter 20, 2ter 65, 3ter 190, 4ter 425, 5ter 1100, 6ter 3200, 7ter 13000, 8ter 40000, 9ter 142000; zusammen von 1ster bis 9ter Größe incl. 200000 Sterne. — Wenn Sie mir einwerfen, daß Lalande (Hist. céleste p. IV) die Zahl der von ihm beobachteten mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zu 6000 angiebt; so bemerke ich hierauf, daß darunter sehr viele doppelt und mehrfach beobachtete vorkommen und daß man nach Wegfassung dieser zu der Zahl von nur ungefähr 3800 Sternen in dem zwischen — 26° 30′ und + 90° liegenden Theile des Himmels, welchen Lalande's Beobachtungen umfassen, gelangt. Da dieses 0,72310 des ganzen Himmels ist, so würden sich für diesen wieder 5255 mit bloßen Augen sichtbare Sterne ergeben. Eine Durchmusterung der aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzten Uranographie von Bode (17240 Sterne) giebt nach Abzug der Nebelflecke und kleineren Sterne, so wie der zu 6ter Größe erhobenen Sterne 6 . 7ter Größe nicht über 5600 von 1ter bis 6ter incl. Eine ähnliche Schätzung nach den von La Caille zwischen dem Südpol und dem Wendekreise des Steinbocks verzeichneten Sterne 1ter bis 6ter reducirt sich für den ganzen Himmel, in zwei Grenzen von 3960 und 5900, wieder auf die Ihnen früher gegebenen mittleren Resultate. Sie sehen, daß ich mich zum bestrebt habe, Ihren Wunsch einer gründlicheren Untersuchung der Zahlen zu erfüllen. Ich darf hinzufügen, daß Herr Oberlehrer Heis in Aachen seit mehreren Jahren mit einer überaus sorgfältigen Umarbeitung meiner Uranometrie beschäftigt ist. Nach dem, was von dieser Arbeit bereits vollendet worden, und nach den beträchtlichen Vermehrungen meiner Uranometrie, welche ein mit schärferem Sehorgan begabter Beobachter erlangt hat, finde ich für die nördliche Halbkugel des Himmels 2836 Sterne 1ter bis 6ter incl.; also, bei der Voraussetzung gleicher Vertheilung, für das ganze Firmament wieder 5672 dem schärfsten unbewaffneten Auge sichtbare Sterne." (Aus Handschriften von Prof. Argelander, März 1850.)

*) Schubert rechnet Sterne bis zur 6ten Größe am ganzen Himmel 7000 (fast wie ich ehemals im Kosmos Buch I. S. 75) und für den Horizont von Paris über 5000; in der ganzen Sphäre bis zur 9ten Größe 70000 (Astronomie Th. III. S. 54). Alle diese Angaben sind beträchtlich zu hoch. Argelander findet von 1ter bis 8ter nur 58000.

†) Patrocinatur vastitas caeli, immensa discreta altitudine in duo atque septuaginta signa. Haec sunt rerum et animantium effigies, in quas digessere caelum periti. In his quidem mille sexcentas adnotavere stellas, insignes videlicet effectu visuve .... Plin. II, 41.—Hipparchus nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognationem cum homine siderum animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret moverenturque et eae quas putamus affixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posteris stellas ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturve, sed an omnino aliqua transirent moverenturve, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditate cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. Plin. II, 26.

viele von diesen sind allmälig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches ist die Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchstraße gegründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch Herschel's 20füßiges Teleskop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt*), „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen."

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, gehören besonders in den Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit, weil Sterne 6 . 7ter Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenheit der Größen bestimmt Argelander †), bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

---

*) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 803.

†) Ich kann nicht versuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zusammenzudrängen, auf welche sich Argelander's Ansichten stützen. Es wird hinlänglich sein, aus seinen freundschaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck aufgefordert, nach Maaßgabe der auf seine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu schätzen, welche 1ster bis 7ter Größe (letztere eingeschlossen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten scheint. Er findet von —30° bis +90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Voraussetzung, daß die Anhäufung vom 30° südlicher Abweichung bis zum Südpol dieselbe sei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Diese Schätzung scheint auch mir der Wahrheit sehr nahe zu kommen. Es ist bekannt, daß, wenn man nur die ganze Masse betrachtet, jede folgende Classe ungefähr dreimal so viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catagolus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6^m; woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin sind aber die Sterne 6 . 7^m nicht eingegriffen: welche man, wenn nur ganze Classen gezählt werden, noch zu der 6ten Classe rechnen müßte. Ich glaube, daß man diese zu 1000 annehmen könne: so daß man 4000 Sterne 6^m hätte, und also nach der obigen Regel 12000 Sterne 7^m, oder 18000 Sterne von 1^m bis 7^m incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7^m, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI), bei Berücksichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrscheinlich übersehenen. Ich finde auf diesem Wege zwischen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7^m, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7^m in der von ihm durchmusterten Himmelsgegend (von —15° zu +90°) zu 13400 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Einleitung zu Weiße's Catal. e zonis Regiomontanis ded. p. XXXII findet Struve in dem Gürtel von —15° bis +15° nach einer Wahrscheinlichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1^m—7^m, also am ganzen Himmel 15050. Die Zahl ist geringer, weil Bessel die helleren Sterne um fast eine halbe Größe geringer schätzte als ich. Es ist hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieser würde also wohl 18000 von 1^m bis 7^m incl. sein. Sir John Herschel spricht in der Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an die Sie mich erinnern, nur von bereits eingetragenen Sternen: The whole number of Stars already registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting to from 12000 to 15000. Was die folgenden Sterne 8^m und 9^m betrifft, so findet Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von —15° bis +15°: Sterne der Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel 40800 Sterne 8^m und 145800 Sterne 9^m. Wir hätten also nach Struve von 1ster bis zur Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 201700 Sterne. Diese Zahlen hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche dieselben Himmelsgegenden umfaßten, sorgfältig verglich, und aus der Zahl der in denselben gemeinschaftlichen und der in jeder verschiedenen Sterne nach der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen Sterne schloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, so verdient diese Rechnung sehr viel Vertrauen. — Bessel hat in seinen sämmtlichen Zonen zwischen —15° und +45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne $9 . 10^m$, etwa 61000 verschiedene Sterne 1^m bis 9^m incl. verzeichnet: woraus, mit Berücksichtigung der nach der Wahrscheinlichkeit übersehenen, etwa 191500 der genannten Größen in diesem Theile des Himmels folgen würden. Meine Zonen enthalten zwischen +45° und +80° etwa 22000 verschiedene Sterne (Durchmusterung des nördl. Himmels S. XXV); deren mussen aber etwa 3000 von $9 . 10^m$ abgezogen werden: [illegible] 19000. Meine Zonen sind etwas reicher als die Bessel'schen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+45° und +80°) überhaupt nicht mehr als 23500 verschiedene existirende Sterne annehmen zu können: so daß mit [illegible] 130000 Sterne bis zur 9^m incl. zwischen —15° und

ken von Längen und Breiten geknüpft. Wenn man die Zahl der Fixsterne des Hipparch-Ptolemäischen Verzeichnisses (Almageſt ed. Halma T. II. p. 83):

1ſte Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.
15	45	208	474	217	49

mit den oben gegebenen Zahlen von Argelander vergleicht, ſo zeigt ſich neben der zu erwartenden Vernachläſſigung von Sternen 5ter und 6ter Größe ein ſonderbarer Reichthum in den Claſſen 3ter und 4ter. Die Unbeſtimmtheit in den Schätzungen der Lichtſtärke in älterer und neuerer Zeit macht freilich jede unmittelbare Vergleichung unſicher.

Wenn das ſogenannte Ptolemäiſche Fixſtern-Verzeichniß nur den 4ten Theil der in Rhodus und Alexandrien dem bloßen Auge ſichtbaren Sterne enthält und wegen der fehlerhaften Präceſſions-Reduction Poſitionen darbietet, als wären ſie im Jahr 63 unſerer Zeitrechnung beſtimmt, ſo haben wir in den unmittelbar folgenden 16 Jahrhunderten nur drei für ihre Zeit vollſtändige und originelle Sterncataloge: den des Ulugh Beg (1437), des Tycho (1600) und des Hevelius (1660). Mitten unter den Verheerungen des Krieges und wilder Staatsumwälzungen gelangte in kurzen Zwiſchenräumen der Ruhe von der Mitte des 9ten bis zu der des 15ten Jahrhunderts, unter Arabern, Perſern und Mongolen, von Al-Mamun, dem Sohn des großen Harun Al-Raſchid, bis zu dem Timuriden Mohammed Taraghi Ulugh Beg, dem Sohne von Schah Rokh, die beobachtende Sternkunde zu einem nie geſehenen Flor. Die aſtronomiſchen Tafeln von Ebn-Junis (1007), zur Ehre des fatimitiſchen Chalifen Aziz Ben-Hakem Biamrilla die Hakemitiſchen genannt, bezeugen, wie die ilkhaniſchen Tafeln*) des Naßir-Eddin Tuſi, des Erbauers der großen Sternwarte von Meragha unweit Tauris (1259), die fortgeſchrittene Kenntniß der Planeten-Bewegungen, die Vervollkommnung der Meßinſtrumente und die Vervielfältigung genauerer, von den Ptolemäiſchen abweichender Methoden. Neben der Kleipſydra wurden nun auch ſchon Pendel-Oſcillationen †) als Zeitmaaß gebraucht.

Die Araber haben das große Verdienſt gehabt zu zeigen, wie durch Vergleichung der Tafeln mit den Beobachtungen jene allmälig verbeſſert werden können. Der Sterncatalog von Ulugh Beig, urſprünglich perſiſch geſchrieben, iſt, einen Theil der ſüdlichen, unter 39° 52′ Breite (?) nicht ſichtbaren ‡), Ptolemäiſchen Sterne abgerechnet, im Gymnaſium zu Samarkand nach Original-Beobachtungen angefertigt. Er enthält ebenfalls nur erſt 1019 Stern-Poſitionen, die auf das Jahr 1437 reducirt ſind. Ein ſpäterer Commentar liefert 300 Sterne mehr, welche Abu-Bekri Altizini 1533 beobachtete. So gelangen wir durch

---

neuerer Stern-Poſitionen auf Hipparchs Zeit Betrachtungen und erleichternde Tafeln von Encke in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 608 S. 113 bis 126.) Die frühere Epoche, für die das Ptolemäiſche Sternverzeichniß, ſeinem Verfaſſer unbewußt, das Firmament darſtellt, fällt übrigens ſehr wahrſcheinlich mit der Epoche zuſammen, in welche man die Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes verſetzen kann: welche, wie ich ſchon an einem anderen Orte bemerkt habe, ſpäter als der Auguſteiſche Hygin ſind, aus ihm geſchöpft ſcheinen und dem Gedichte Hermes des ächten Eratoſthenes fremd bleiben (Eratosthenica, composuit God. Bernhardy 1822 p. 114, 116 und 129). Dieſe Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes enthalten übrigens kaum 700 einzelne Sterne unter die mythiſchen Conſtellationen vertheilt.

*) Kosmos Buch II. S. 307 und Anm. Von den Ilkaniſchen Tafeln beſitzt die Pariſer Bibliothek ein Manuſcript von der Hand des Sohnes von Naßir-Eddin. Sie führen ihren Namen von dem Titel Ilkhan, welchen die in Perſien herrſchenden tartariſchen Fürſten angenommen hatten. Reinaud, Introd. de la Géogr. d'Aboulféda 1848 p. CXXXIX.

†) Sédillot fils, Prolégomènes des Tables astr. d'Oloug-Beg 1847 p. CXXXIV note 2; Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 8.

‡) In meinen Unterſuchungen über den relativen Werth der aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen von Inner-Aſien (Asie centrale T. III p. 581–596) habe ich nach den verſchiedenen arabiſchen und perſiſchen Handſchriften der Pariſer Bibliothek die Breiten von Samarkand und Bokhara angegeben. Ich habe wahrſcheinlich gemacht, daß die erſtere größer als 39° 52′ iſt, während die meiſten und beſſeren Handſchriften von Ulugh Beig 39° 37′, ja das Kitab al-athual von Alfares und der Kanun des Albyruni 40° haben. Ich glaube von neuem darauf aufmerkſam machen zu müſſen, wie wichtig es für die Geographie und für die Geſchichte der Aſtronomie wäre, endlich einmal die Poſition von Samarkand in Länge und Breite durch eine neue und glaubwürdige Beobachtung beſtimmen zu laſſen. Die Breite von Bokhara kennen wir durch Stern-Culminationen aus der Reiſe von Burnes. Sie gaben 39° 43′ 41.“ Die Fehler der zwei ſchönen perſiſchen und arabiſchen Handſchriften (No. 164 und 2460) der Pariſer Bibliothek ſind alſo nur 7–8 Minuten; aber der immer in ſeinen Combinationen ſo glückliche Major Rennel hatte ſich für Bokhara um 19′ geirrt. (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 592 und Sédillot in den Prolégomènes d'Oloug-Beg p. CXXIII–CXXV.)

Araber, Perſer und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, faſt bis zu der von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwiſchen den Wendekreiſen und in großen ſüdlichen Breiten hat ſeit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmälig erweiterte Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhundert ſpätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbekannte Welträume. Was von der Pracht des ſüdlichen Himmels zuerſt von Amerigo Veſpucci, dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die ſchwarzen Flecken (Kohlenſäcke) von Vicente Yañez Pinzon und Acoſta, wie die Magellaniſchen Wolken von Anghiera und Andrea Corſali beſchrieben wurden: habe ich bereits an einem anderen Orte entwickelt *). Die beſchauende Aſtronomie ging auch hier der meſſenden voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, ſternarmen Südpol nahe wurde dergeſtalt übertrieben, daß der geniale Polyhiſtor Cardanus dort 10,000 helle Sterne angiebt, die von Veſpucci mit bloßen Augen geſehen worden wären †). Erſt Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dirckz Keſer Eine Perſon war) traten als ernſte Beobachter auf. Sie maßen Sternabſtände auf Java und Sumatra; und die ſüdlichſten Sterne wurden nun in die Himmelskarten von Barſch, Hondius und Bayer, wie durch Kepler's Fleiß in den Rudolphiniſchen Sterncatalog von Tycho eingetragen.

Kaum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumſeglung beginnt Tycho's bewundernswürdige Arbeit über die Poſition der Fixſterne: an Genauigkeit alles übertreffend, was die praktiſche Aſtronomie bisher geleiſtet hatte, ſelbſt die fleißigen Fixſtern-Beobachtungen des Landgrafen Wilhelms IV. zu Caſſel. Tycho's Catalog, von Kepler bearbeitet und herausgegeben, enthält doch wieder nur 1000 Sterne, worunter höchſtens ¼ ſechster Größe. Dieſes Verzeichniß und das weniger gebrauchte des Hevelius, mit 1564 Ortsbeſtimmungen für das Jahr 1660, ſind die letzten, welche (wegen der eigenſinnigen Abneigung des Danziger Aſtronomen gegen die Anwendung der Fernröhre zu Meſſungen) mit dem unbewaffneten Auge angeſtellt wurden.

Dieſe Verbindung des Fernrohrs mit den Meßinſtrumenten, das teleſcopiſche Sehen und Meſſen, bot endlich die Möglichkeit von Ortsbeſtimmung der Sterne unter der 6ten Größe (beſonders zwiſchen der 7ten und 12ten) dar. Die Aſtronomen wurden nun erſt dem eigentlichen Beſitz der Fixſternwelt näher gebracht. Zählungen und Ortsbeſtimmungen der ſchwächeren, teleſcopiſchen Sterne haben aber nicht etwa bloß den Vortheil gewährt, durch Erweiterung des Horizonts der Beobachtung mehr von dem Inhalt des Weltraumes erkennbar zu machen; ſie haben auch, was noch wichtiger iſt, mittelbar einen weſentlichen Einfluß auf die Kenntniß des Weltgebäudes und ſeiner Geſtaltung, auf die Entdeckung neuer Planeten, auf die ſchnellere Beſtimmung ihrer Bahnen ausgeübt. Als Wilhelm Herſchel den glücklichen Gedanken hatte, gleichſam das Senkblei in die Tiefen des Himmels zu werfen und in ſeinen Stern-Aichungen ‡) die Sterne zu zählen, welche nach verſchiedenen Abſtänden von der Milchſtraße durch das Geſichtsfeld ſeines großen Teleſcopes gingen: wurde das Geſetz der mit der Nähe der Milchſtraße zunehmenden Sternenmenge aufgefunden, und mit dieſem Geſetz die Idee angeregt von der Exiſtenz großer concentriſcher, mit Millionen von Sternen erfüllter Ringe, welche die mehrfach getheilte Galaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenſeitigen Lage der ſchwächſten Sterne erleichtert, wie Galle's ſchnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehrerer der ſogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetariſchen, ihren Ort mit zwiſchen feſten Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umſtand läßt noch deutlicher

*) Kosmos Buch II. S. 344–346 und Anm. Humboldt, Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321–336, T. V. p. 226–238.

†) Gardani Paralipomenon lib. VIII cap. 9 (Opp. T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 508).

‡) Kosmos Buch I. S. 41 und 42.

die Wichtigkeit sehr vollständiger Sternverzeichnisse erkennen. Ist der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, so beschleunigt seine zweite Entdeckung in einem älteren Positions-Catalog die schwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einst beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langsamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der sorgfältigsten Messungen würden darbieten können. So sind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Lalande *) von großer Wichtigkeit gewesen. Uranus ist, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben gesagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamsteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann sagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetarischer Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8.9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollständigkeit der Sternverzeichnisse und die Sorgfalt der Beobachter gegründet sei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den messenden Instrumenten verbinden lehrten, war der erste Sterncatalog, welcher erschien, der der südlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, sonderbar genug, doch keine Bestimmung unter der 6ten Größe †). Früher hatte allerdings schon Flamsteed die Arbeit seines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieses berühmten Mannes erschien erst 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unserem Bessel durch seine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichsam verherrlicht wurden ‡); die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Massen ||) und einen wichtigen Theil dessen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt ist, sich aber allein auf Beobachtungen zwischen den Jahren 1789 und 1800 von seinem Neffen Le Français de Lalande und von Burckhard gründet, hat spät erst eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der sorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe sind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung

*) Baily, Cat. of those Stars in the Historie céleste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, s. die Betrachtungen von Sir John Herschel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergleiche auch über vermißte Sterne Schumacher, Astr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

†) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

‡) Bessel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1755, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Bessel, Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1860 computatae, 1830.)

||) Ich dränge hier in Eine Note die numerischen Angaben aus den Sternverzeichnissen zusammen, die minder große Massen, eine kleinere Zahl von Positionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beisatz der Zahl der Ortsbestimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 südliche Sterne bis 7^m incl., reducirt auf das Jahr 1750 von Henderson; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamsteed ursprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129–164); Bradley 3222, von Bessel auf das Jahr 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4543, meist Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822–1828 in Neu-Holland beobachtete Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das Jahr 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter Baily's Aufsicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis $7^1/_2$. Für die südlichsten Sterne besitzen wir noch die reichen Verzeichnisse von Henderson, Fallows, Maclear und Johnson auf St. Helena.

Araber, Perſer und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, faſt bis zu der von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwiſchen den Wendekreiſen und in großen ſüdlichen Breiten hat ſeit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmälig erweiterte Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhundert ſpätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbekannte Welträume. Was von der Pracht des ſüdlichen Himmels zuerſt von Amerigo Veſpucci, dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die ſchwarzen Flecken (Kohlenſäcke) von Vicente Yañez Pinzon und Acoſta, wie die Magellaniſchen Wolken von Anghiera und Andrea Corſali beſchrieben wurden: habe ich bereits an einem anderen Orte entwickelt*). Die beſchauende Aſtronomie ging auch hier der meſſenden voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, ſternarmen Südpol nahe wurde dergeſtalt übertrieben, daß der geniale Polyhiſtor Cardanus dort 10,000 helle Sterne angiebt, die von Veſpucci mit bloßen Augen geſehen worden wären†). Erſt Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dirckszoon Keyſer Eine Perſon war) traten als ernſte Beobachter auf. Sie maßen Sternabſtände auf Java und Sumatra; und die ſüdlichſten Sterne wurden nun in die Himmelskarten von Bartſch, Hondius und Bayer, wie durch Kepler's Fleiß in den Rudolphiniſchen Sterncatalog von Tycho eingetragen.

Kaum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumſeglung beginnt Tycho's bewundernswürdige Arbeit über die Poſition der Fixſterne: an Genauigkeit alles übertreffend, was die praktiſche Aſtronomie bisher geleiſtet hatte, ſelbſt die fleißigen Fixſtern-Beobachtungen des Landgrafen Wilhelms IV. zu Caſſel. Tycho's Catalog, von Kepler bearbeitet und herausgegeben, enthält doch wieder nur 1000 Sterne, worunter höchſtens 1/4 ſechster Größe. Dieſes Verzeichniß und das weniger gebrauchte des Hevelius, mit 1564 Ortsbeſtimmungen für das Jahr 1660, ſind die letzten, welche (wegen der eigenſinnigen Abneigung des Danziger Aſtronomen gegen die Anwendung der Fernröhre zu Meſſungen) mit dem unbewaffneten Auge angeſtellt wurden.

Dieſe Verbindung des Fernrohrs mit den Meßinſtrumenten, das teleſcopiſche Sehen und Meſſen, bot endlich die Möglichkeit von Ortsbeſtimmung der Sterne unter der 6ten Größe (beſonders zwiſchen der 7ten und 12ten) dar. Die Aſtronomen wurden nun erſt dem eigentlichen Beſitz der Fixſternwelt näher gebracht. Zählungen und Ortsbeſtimmungen der ſchwächeren, teleſcopiſchen Sterne haben aber nicht etwa bloß den Vortheil gewährt, durch Erweiterung des Horizonts der Beobachtung mehr von dem Inhalt des Weltraums erkennbar zu machen; ſie haben auch, was noch wichtiger iſt, mittelbar einen weſentlichen Einfluß auf die Kenntniß des Weltgebäudes und ſeiner Geſtaltung, auf die Entdeckung neuer Planeten, auf die ſchnellere Beſtimmung ihrer Bahnen ausgeübt. Als Wilhelm Herſchel den glücklichen Gedanken hatte, gleichſam das Senkblei in die Tiefen des Himmels zu werfen und in ſeinen Stern-Aichungen‡) die Sterne zu zählen, welche nach verſchiedenen Abſtänden von der Milchſtraße durch das Geſichtsfeld ſeines großen Teleſcopes gingen: wurde das Geſetz der mit der Nähe der Milchſtraße zunehmenden Sternenmenge aufgefunden, und mit dieſem Geſetz die Idee angeregt von der Exiſtenz großer concentriſcher, mit Millionen von Sternen erfüllter Ringe, welche die mehrfach getheilte Galaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenſeitigen Lage der ſchwächſten Sterne erleichtert, wie Galle's ſchnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehreren der ſogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetariſchen, ihren Ort wie zwiſchen feſten Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umſtand läßt noch deutlicher

*) Kosmos Buch II. S. 344–346 und Anm. Humboldt, Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321–336, T. V. p. 226–238.

†) Gardani Paralipomenon lib. VIII cap. 19 (Opp. T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 568).

‡) Kosmos Buch I. S. 41 und 42.

ung offenbaren. Das erste und Hauptinteresse beim Anblick des Firmaments ist schon der Vielheit und überwiegenden Masse der Weltkörper, die den Weltraum füllen, Fixsterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die stärkere he Anregung aus. Die Bahn der Wandelsterne spricht mehr die grübelnde Ver- an, der sie, den Entwickelungsgang astronomischer Gedankenverbindung beschleuni- verwickelte Probleme darbietet.

der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall, vermengten und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorg- unterſuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast dieselben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch genseitige Stellung oder eine gewisse Isolirtheit den Blick auf sich ziehen. Solche en erregen die dunkle Ahndung von einer Beziehung der Theile aufeinander; sie n, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verschieden, on organischen Erderzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch . So sind früh abgesondert worden das Siebengestirn (die Gluckhenne), die sieben des Großen Wagens (der Kleine Wagen später, und nur wegen der wiederholten , der Gürtel des Orion (Jacobstab), Cassiopeja, der Schwan, der Scorpion, das Kreuz (wegen des auffallenden Wechsels der Richtung vor und nach der Culmina- die südliche Krone, die Füße des Centauren (gleichsam die Zwillinge des südlichen ls) u. s. f.

Steppen, Grasfluren oder Sandwüsten einen weiten Horizont darbieten, wird der n Jahreszeiten oder den Bedürfnissen des Hirtenlebens und Feldbaues wechselnde und Untergang der Constellationen ein Gegenstand fleißiger Beachtung und allmälig symbolisirender Ideenverbindung. Die beschauende, nicht messende Astronomie nun an sich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemein- lichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine , weit langsamere, in entgegengesetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem gange am Abendhimmel stehen, sinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und ver- sich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen sich er Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. dem stets wechselnden Schauspiel des gestirnten Himmels zeigen sich immer andere ndere Constellationen. Mit einiger Aufmerksamkeit wird leicht erkannt, daß es dieselben welche zuvor im Westen unsichtbar geworden waren; daß ohngefähr nach einem hal- Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr über stehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von d bis Eudorus, von Eudorus bis Aratus und Hipparch ist die Literatur der Hellenen Anspielungen auf das Verschwinden der Sterne in den Sonnenstrahlen (den helia- en oder Spätuntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämme- (den heliacischen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieser Er- ungen bot die frühesten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen drückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düsterer Stimmung des Sinnes, fortfuhr mit unumschränkter Willkühr in den hohen Himmelsräumen zu walten. primitive griechische Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geschichte der schen Weltanschauung*), den Untersuchungen meines so früh dahingeschiedenen chen Freundes Letronne), die griechische Sphäre hat sich nach und nach mit Stern- gefüllt, ohne daß man sich dieselben anfangs in irgend einer Beziehung zu der dachte. So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und e Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärin („die sonst der Himmelswagen

---

Kosmos Buch II. S. 276 und Anm. ¶).

von Beſſel, welche 75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwiſchen — 15° und + 45° Abweichung), iſt mit rühmlichſter Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis + 80° Abw. fortgeſetzt worden. Aus den Beſſel'ſchen Zonen von — 15° bis + 15° Abw. hat auf Veranſtaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krakau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe ſind, auf das Jahr 1825 reducirt*). Argelander's „Durchmuſterung des nördlichen Himmels von + 45° bis + 80° Abw." enthält an 22000 wohlbeſtimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlaſſung dieſes Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Beſſel Encke's eigene Worte hier einſchalte: „An die Vervollſtändigung der Cataloge knüpft ſich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtſchwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden laſſen, durch ſorgfältige Vergleichung der als feſte Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf dieſem Wege die Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems zu vollenden. So wie der vortreffliche Hardingiſche Atlas ein vervollſtändigtes Bild des geſtirnten Himmels iſt; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieſes Bild zu geben vermochte: ſo entwarf Beſſel 1824, nachdem der erſte Hauptabſchnitt ſeiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf dieſe eine noch ſpeciellere Darſtellung des geſtirnten Himmels zu gründen, die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben, ſondern mit Conſequenz die Vollſtändigkeit erreichen ſollte, welche jede neue Erſcheinung unmittelbar wahrnehmen laſſen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften, nach Beſſel's Plane entworfen, haben, wenn ſie auch noch nicht den erſten vorgeſetzten Cyclus abſchließen konnten, doch ſchon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendſte erreicht, da ſie hauptſächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) ſieben neue Planeten haben auffinden laſſen †)." Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darſtellen ſollen, der ſich 15° zu beiden Seiten des Aequators erſtreckt, hat unſere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichſt alle Sterne bis zur 9ten und theilweiſe bis zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menſchen ſichtbar ſein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herſchel'ſche 20füßige Spiegelteleſcop, das bei den berühmten Stern-Aichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und ſüdlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Inſtrumente, in dem 40füßigen Spiegelteleſcop, hielt Sir William Herſchel in der Milchſtraße allein 18 Millionen für ſichtbar ‡).

Nach einer ſorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbeſtimmung in Catalogen aufgeführten, ſowohl dem unbewaffneten Auge ſichtbaren als bloß teleſcopiſchen Fixſterne wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppirung derſelben an der Himmelsdecke. Wir haben geſehen, wie bei der geringen und ſo überaus langſamen (ſcheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen, theils durch die Präceſſion und den ungleichen Einfluß des Fortſchreitens unſeres Sonnenſyſtems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, ſie als feſte Markſteine im unermeßlichen Weltraum zu betrachten ſind; als ſolche, welche alles zwiſchen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, alſo den teleſcopiſchen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerkſamen Be-

*) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontanis a Besselio inter — 15° et + 15° decl. observatarum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

†) Encke, Gedächtnißrede auf Beſſel S. 71.

‡) Vergl. Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 66 und 72. Kosmos Buch I. S. 74 und Müller, Aſtr. 4te Aufl. S. 447.

einander eingreifend. Dieſe Verhältniſſe bezeugen, daß man früher gebildete Ca-
sternen zu Zodiacal-Zeichen ſtempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparchs Zeiten, viel-
leicht durch ihn ſelbſt, eingeführt. Eudoxus, Archimedes, Autolycus, und ſelbſt Hipparch,
dem wenigen, was wir von ihm beſitzen (eine einzige, wahrſcheinlich von einem Copiſten
gefälſchte Stelle*) abgerechnet), erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erſt bei
Geminus und Varro, kaum ein halbes Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung, vor; und
als der Hang zur Aſtrologie bald mächtig in die römiſche Volksſitte einbrach, von Auguſt
bis Antonin, ſo erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmliſchen Sonnenwege
lagen," eine erhöhte, phantaſtiſche Wichtigkeit. Der erſten Hälfte dieſes Zeitraums römiſcher
Weltherrſchaft gehören die ägyptiſchen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon
von Panopolis und einiger Mumiendeckel an: wie Visconti und Teſta ſchon zu einer
Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entſcheidung der Frage
geſammelt waren, und wilde Hypotheſen herrſchten über die Bedeutung jenes ſymboliſchen
Zodiacal-Zeichens und deſſen Abhängigkeit von der Präceſſion der Nachtgleichen. Das
hohe Alter, welches Auguſt Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreiſen
nach Stellen aus Manu's Geſetzbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amaraſinha's
Wörterbuch beilegen wollte, iſt nach Adolph Holtzmann's ſcharfſinnigen Unterſuchungen
ſehr zweifelhaft geworden †).

Die durch den Lauf der Jahrhunderte ſo zufällig entſtandene, künſtliche Gruppirung
der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und ſchwankenden Umriſſe; die ver-
worrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Conſtellationen, mit Erſchöpfung meh-
rerer Alphabete, wie in dem Schiffe Argo; das geſchmackloſe Vermiſchen mythiſcher Per-
ſonen mit der nüchternen Proſa von phyſikaliſchen Inſtrumenten, chemiſchen Oefen und
Pendeluhren am ſüdlichen Himmel hat mehrmals zu Vorſchlägen geleitet über neue, ganz
bildloſe Eintheilungen des Himmelsgewölbes. Für die ſüdliche Hemiſphäre, wo Scorpion,
Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichteriſchen Beſitz haben,
ſchien das Unternehmen weniger gewagt ‡).

---

*) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copiſten eingeſchobene Stelle des Hipparch ſ. Letronne, Orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer ſehr alten Bekanntſchaft der Grie-chen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer ſorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechiſchen und römiſchen Alterthums geliefert, in wel-chen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vor-kommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem Σηρίον die Rede iſt, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewieſen. In der letz-teren wird die ſüdliche Wage mit dem Beiſatz κατὰ Χαλ-δαίους genannt und den Scorpions-Scheeren entgegen-geſetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, ſondern von den in Syrien und Alexandrien zer-ſtreuten aſtrologiſchen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrſcheinlich iſt, daß die χηλαί urſprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und ſpäter durch ein Mißverſtändniß in die Scheeren eines Scor-pions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Unter-ſuchungen über die aſtronomiſchen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, Recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mit immer, bei der Analogie zwi-ſchen vielen Namen der 27 Mondhäuſer und der Do-decatemorie des Thierkreiſes, daß unter den gewiß ſehr alten indiſchen Nakſchatras (Mondhäuſern) ſich eben-falls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

†) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreiſes im alten Indien in der Zeitſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und ſeine Commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechiſchen Ur-ſprung des indiſchen Thierkreiſes 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoſcha und Ramayana angeführ-ten Stellen," heißt es in der letztgenannten Schrift, „ſind von unzweifelhafter Auslegung: ſie ſprechen in den deutlichſten Ausdrücken vom Thierkreiſe ſelbſt; aber wenn die Werke, in denen ſie enthalten, früher verfaßt ſind, als die Kunde des griechiſchen Thierkreiſes nach Indien gelangen konnte, ſo iſt genau zu unterſuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zuſätze ſind."

‡) Vergl. Buttmann im Berliner aſtron. Jahr-buche für 1822 S. 93, Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 238—251 und Sir John Herſchel, Revision and Re-arrangement of the Constellations, with special reference to those of the Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. Vol. XII. p. 201—224 (mit einer ſehr genauen Vertheilung der ſüdlichen Sterne 1ſter bis 4ter Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen Lalande's mit Bode über die Einfüh-rung ſeiner Hauskatze und eines Erndtebüters (Mes-sier!) klagt Olbers darüber, daß, „um für Friedrichs-Ehre am Himmel Raum zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen mußte, als derſelbe ſeit 3000 Jahren eingenommen hatte."

genannt wird — und die allein niemals in Okeanos Bad sich hinabtaucht"), den Bootes und den Hund des Orion; dieser den Sirius und den Arctur; beide die Plejaden, die Hyaden und den Orion*). Wenn Homer zweimal sagt, daß die Constellation der Bärin allein sich nie in das Meer taucht; so folgt daraus bloß, daß zu seiner Zeit noch nicht in der griechischen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keineswegs die Kenntniß von der Existenz der einzelnen Sterne, die jene drei Catasterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverstandene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Casaub.) über Homer Il. XVIII, 485—489 beweist vorzugsweise, was hier wichtig ist, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechische Sphäre. „Mit Unrecht," sagt Strabo, „beschuldigt man Homer der Unwissenheit, als habe er nur Eine Bärin statt zweier gekannt. Vermuthlich war die andere noch nicht versternt; sondern erst seitdem die Phönicier dieses Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen." Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte schreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pseudo-Eratosthenes hat den kleinen Bär *Φοινίκη* (gleichsam das phönicische Leitgestirn) genannt. Hundert Jahre später (Ol. 71) bereicherte Cleostratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen, *Τοξότης*, und dem Widder, *κριός*.

In dieser Epoche erst, die der Gewaltherrschaft der Pisistratiden, fällt nach Letronne die Einführung des Thierkreises in die alte griechische Sphäre. Eudemus aus Rhodus, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, Verfasser einer „Geschichte der Astronomie," schreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels (*ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσις*, auch *ζωδιακὸς κύκλος*) dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras, zu †). Die Iden von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn, die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) sind alt-chaldäisch, und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Nilthale, am frühesten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung ‡), überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiacal-Bilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Fische und Jungfrau, mit ihren Umrissen 35° bis 48°; andere, wie Krebs, Widder und Steinbock, nur 19° bis 23° einnehmen; welche unbequem nördlich und südlich um die Ekliptik schwanken: bald weit getrennt; bald, wie Stier und Widder, Wassermann und Steinbock, eng gedrängt und

---

*) Ideler, Unters. über die Sternnamen S. XI, 47, 139, 144 und 243; Letronne sur l'Origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

†) Letronne a. a. O. p. 25 und Carteron, Analyse des Recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119. „Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mot *ζωδιακός*. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'écliptique, *ἐκλειπτικός*, est aussi fort récent." Vergl. Martin im Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

‡) Letronne, Orig. du Zod. p. 25 und Analyse crit. des Représ. zod. 1846 p. 15. Auch Ideler und Lepsius halten für wahrscheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäischen Thierkreises sowohl der Eintheilung als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal-Bilder in die griechische astronomische Literatur erst später und allmälich erfolgt sei." (Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Ideler ist geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten: Lepsius hält es für die natürlichste Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäischen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren, den übrigen zugefügt haben." Könnte man aber nicht bei dieser Voraussetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäischen Dodecatomerie? Hätten sie 12 Bilder überkommen, so würden sie doch wohl nicht eines weggeschnitten haben, um es später wieder zuzufügen.

ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher ſein Licht von der Sonne erhält. Der urſprüngliche Begriff des Durchſichtigen, Geronnenen, Erſtarrten würde nach der Phyſik der Alten*) und ihren Begriffen vom Feſtwerden des Flüſſigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtſchaft von κρύσταλλος mit κρύος und κρυσταίνω, wie die Vergleichung mit den durchſchneidendſten aller Körper, veranlaßten die beſtimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas beſtehe. So finden wir bei Lactantius: coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum. Empedocles hat gewiß noch nicht an phöniciſches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchſichtigen feſten Körper zuſammengeronnen iſt. Die Idee des Durchſichtigen war in der Vergleichung mit dem Eiſe, κρύσταλλος, das Vorherrſchende; man dachte nicht an Urſprung des Eiſes durch Kälte, ſondern zunächſt nur an ein durchſichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Kryſtall ſelbſt brauchte, ſo bedient ſich die Proſe (wie die in Anmerkung †) S. 448 angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Comentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: kryſtallähnlich, κρυσταλλοειδής. Eben ſo bedeutet πάγος (von πήγνυσθαι, feſt werden) ein Stück Eis, wobei bloß die Verdichtung in Betracht gezogen wird.

Durch die Kirchenväter, welche ſpielend 7 bis 10, wie Zwiebelhäute über einander gelagerte, gläſerne Himmelsſchichten annahmen, iſt dieſe Anſicht des kryſtallenen Gewölbes in das Mittelalter übergegangen; ja ſie hat ſich ſelbſt in einigen Klöſtern des ſüdlichen Europa erhalten, wo zu meinem Erſtaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürſt mir, nach dem ſo viel Aufſehen erregenden Aërolithenfall bei Aigle, die Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte Meteorſteine nennten, wären nicht Theile des gefallenen Steines ſelbſt, ſondern ein Stück des durch den Stein zerſchlagenen kryſtallenen Himmels. Kepler, zuerſt durch die Betrachtung über die alle Planetenbahnen durchſchneidenden Cometen veranlaßt, hat ſich ſchon drittehalb Jahrhunderte früher gerühmt†) die 77 homocentriſchen Sphären des berühmten Girolamo Fracaſtoro, wie alle älteren rückwirkenden Epicykeln zerſtört zu haben. Wie ſo große Geiſter als Eudorus, Menächmus, Ariſtoteles und Apollonius von Pergä ſich die Möglichkeit des Mechanismus und der Bewegung ſtarrer, in einander greifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob ſie dieſe Syſteme von Ringen nur als ideale Anſchauungen, als Fictionen der Gedankenwelt betrachteten, nach denen ſchwierige Probleme des Planetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: ſind Fragen, welche ich ſchon an einem andern Orte‡) berührt

---

Planeten, Saturn, nahe, verlegte, ſind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieſer äußerſten Grenze liegt erſt, nach einer etwas früheren Ausſage des Macrobius (I c. 19 pag. 93), der feurige Aether, welcher, närriſchelhaft genug, jener ewigen Kälte nicht hinderlich iſt. „Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sitz ſelbſtleuchtender Geſtirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis inumbrit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint." Wenn ich hier den phyſikaliſchen und meteorologiſchen Ideenzuſammenhang bei Griechen und Römern ſo umſtändlich entwickle, ſo geſchieht es nur, weil dieſe Gegenſtände außer den Arbeiten von Ukert, Henry Martin und dem vortrefflichen Fragmente der Meteorologia Veterum von Julius Ideler bisher ſo unvollſtändig und meiſt ungründlich behandelt worden ſind.

*) Daß das Feuer die Kraft habe, erſtarren zu machen (Ariſtot. Probl. XIV, 11), daß die Eisbildung ſelbſt durch Wärme befördert wird, ſind tief eingewurzelte Meinungen in der Phyſik der Alten, die auf einer herrſchenden Theorie der Gegenſätze (Antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorrufen entgegengeſetzter Qualitäten oder Zuſtände) beruhen (Kosmos Buch III. S. 391 und Anm.). Hagel entſteht in um ſo größerer Maſſe, als die Luftſchichten erwärmter ſind (Ariſtot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Fiſchfang an der Küſte des Pontus wird warmes Waſſer angewandt, damit in der Nähe des eingepflanzten Rohres das Eis ſich vermehre (Alex. Aphrodis. fol. 86 und Plut. de primo frigido c. 12).

†) Kepler ſagt ausdrücklich in Stella Martis fol. 9: solidos orbes rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem feſten, eiſigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugethan (Kepler, Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixſterne am Kryſtallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelaſſen ſeien" (τοὺς δὲ πλανήτας ἀνιέσθαι.) (Plut. plac. phil. II, 13; Emped. I p. 335, Stur; Euſeb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Ariſtoteles) die an feſte Sphären geheftet gedachten Fixſterne einzeln rotirend gedacht werden ſollen, iſt ſchwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

‡) Kosmos Buch II. S. 360 und Anm.

Der Fixſternhimmel (orbis inerrans des Apulejus), der uneigentliche Ausdruck Fixſterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir ſchon oben in der Einleitung zur Aſtrognoſie *) bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechſelung der Begriffe von Einheftung und abſoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Ariſtoteles die nicht wandernden Weltkörper (ἀπλανῆ ἄστρα) eingeheftete (ἐνδεδεμένα), wenn Ptolemäus ſie angewachſene (προσπεφυκότες) nennt, ſo beziehen ſich zunächſt dieſe Benennungen auf die Vorſtellung des Anaximenes von der kryſtallartigen Sphäre. Die ſcheinbare Bewegung aller Fixſterne von Oſten nach Weſten, während daß ihr Abſtand unter einander ſich gleich blieb, hatte dieſe Hypotheſe erzeugt. „Die Fixſterne (ἀπλανῆ ἄστρα) gehören der oberen, von uns entfernteren Region, in der ſie wie Nägel an den Kryſtallhimmel angeheftet ſind; die Planeten (ἄστρα πλανώμενα oder πλανετά), welche eine entgegengeſetzte Bewegung haben, gehören der unteren, näheren Region an †)." Wenn bei Manilius ſchon in der früheſten Zeit der Cäſaren stella fixa für infixa oder affixa geſagt wurde, ſo läßt ſich annehmen, daß die Schule in Rom anfangs doch nur der urſprünglichen Bedeutung des Angeheftet-Seins anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einſchloß, ja für ſynonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte, ſo war es leicht, daß der Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmälig an eine stella fixa vorzugsweiſe die Idee der Unbeweglichkeit knüpfte, ohne der feſten Sphäre zu gedenken, an die ſie geheftet iſt. So durfte Seneca die Fixſternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Anſichten der Philoſophen" die Benennung Kryſtallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführen; ſo finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erſt ſchärfer bei Empedocles entwickelt. Den Fixſternhimmel hält dieſer für eine feſte Maſſe, welche aus dem durch Feuer kryſtallartig ſtarr gewordenen Aether gebildet wurde ‡). Der Mond iſt ihm

*) Kosmos Buch III. S. 398 und Anm.

†) Nach Democritus und ſeinem Schüler Metrodorus, Stob. eclog. phys. pag. 582.

‡) Plut. de plac. phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77; Achilles Tat. ad Arat. cap. 5: Εμπ., κρυσταλλώδη τοῦτον (τὸν οὐρανὸν) εἶναι φησιν, ἐκ τοῦ καγτ.ώδους συλλεγέντα; eben ſo findet ſich nur der Ausdruck kryſtallartig bei Diog. Laert. VIII, 77, und Galenus, Hist. phil. 12 (Sturz, Empedocles Agrigent. T. I. p. 321). Lactantius de opificio Dei c. 17: an, si mihi quispiam dixerit *aeneum* esse coelum, aut *vitreum*, aut, ut Empedocles ait, aërem *glaciatum*, statimne assentiar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem? Für dies coelum vitreum giebt es kein auf uns gekommenes frühes helleniſches Zeugniß; denn nur Ein Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasartiger Körper genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und uns zuwirft. (Die oben im Text bezeichnete Anſicht des Empedocles von Reflexion des Sonnenlichts durch den hagelartig geronnenen Mondkörper iſt von Plutarch erwähnt apud Euseb. Praep. Evangel. I, pag. 24 D und de facie in orbe Lunae cap. 5.) Wenn in Homer und Pindar der Uranos χάλκειος und σιδήρεος briſſen, ſo bezieht ſich der Ausdruck, wie in dem ehernen Herzen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feſte, Dauernde, Unvergängliche (Völcker über Homeriſche Geographie 1830 S. 5). Das Wort κρύσταλλος, auf den eisartig durchſichtigen Bergkryſtall angewandt, findet ſich wohl zuerſt vor Plinius bei Dionyſius Periegetes 781, Aelian. XV, 8 und bei Strabo XV pag. 717, Caſaub. Die Meinung, daß die Idee des kryſtallenen Himmels als Eisgewölbes (oder glaciatus des Lactantius) mit der den Alten durch Bergreiſen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten Wärme-Abnahme der Luftſchichten von unten nach oben entſtanden ſei, wird dadurch widerlegt, daß man ſich über der Grenze des eigentlichen Luftkreiſes den feurigen Aether und die Sterne an ſich als warm dachte (Ariſtot. Meteorol. I, 3; de Coelo II, 7 p. 289). — Bei Erwähnung der Himmelstöne (Ariſtot. de Coelo II, p. 290), welche „nach den Pythagoreern die Menſchen darum nicht vernehmen, weil ſie continuirlich ſind, und Töne nur vernommen werden, wenn ſie durch Stillſchweigen unterbrochen ſind," behauptet Ariſtoteles ſonderbar genug, daß die Bewegung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft erzeugt, ohne ſich ſelbſt zu erhitzen. Ihre Schwingungen bringen Wärme, keine Töne hervor. „Die Bewegung der Fixſtern-Sphäre iſt die ſchnellſte (Ariſtot. de Coelo II, 10 p. 291); während dieſe Sphäre und die an ſie gehefteten Körper im Kreiſe ſich herumſchwingen, wird immer der zunächſt unten liegende Raum durch die Sphären-Bewegung in Hitze gebracht, und es erzeugt ſich die bis zur Erdoberfläche herab verbreitete Wärme" (Meteorol. I, 3 p. 340). Auffallend iſt es mir immer geweſen, daß der Stagirite ſtets das Wort Kryſtallhimmel vermeidet, da der Ausdruck: angeheftete Sterne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, deſſen er ſich bedient, doch auf den allgemeinen Begriff feſter Sphären hindeutet, ohne aber die Art der Materie zu ſpecificiren. Cicero ſelbſt läßt ſich über dieſe auch nicht vernehmen, aber in ſeinem Commentator Macrobius (in Cic. Somnium Scipionis I c. 20 pag. 99 ed. Bip.) findet man Spuren freierer Ideen über die mit der Höhe abnehmende Wärme. Nach ihm ſind die äußerſten Zonen des Himmels von ewiger Kälte heimgeſucht. „Ita enim non solum terram sed ipsum quoque coelum, quod vere mundus vocatur, temperari a sole certissimum est, ut extremitates ejus, quas a via solis longissime recesserunt, omni careant beneficio caloris et sua frigoris perpetuitate torpescant." Dieſe extremitates coeli, in welche der Biſchof von Hippo (Augustinus, ed. Antv. 1700, I. p. 102 und III. p. 391 eine Region eiskalter Waſſer, dem oberſten und darum kälteſten aller

Ruhe gewährt, ſo würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abweſenheit aller Sternſtrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden ſcheinen. Sinnliche Täuſchung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat ſchon längſt die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtſtärke der Fixſterne erſter Größe man nicht dieſe, und doch den äußerſten Rand der Mondſcheibe*) am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommenſten optiſchen Werkzeuge, die ſtärkſten Vergrößerungen geben den Fixſternen falſche Durchmeſſer (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herſchel's Bemerkung†) „bei gleicher Vergrößerung um ſo kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächſt.“ Verfinſterungen der Sterne durch die Mondſcheibe beweiſen, wie Ein- und Austritt dergeſtalt augenblicklich ſind, daß keine Fraction einer Zeitſecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des ſogenannten *Klebens* des eintretenden Sternes auf der Mondſcheibe iſt ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zuſammenhange mit der Frage über die Sterndurchmeſſer ſteht. Wir haben ſchon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herſchel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmeſſer von Wega nach 0″, 36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel ſo verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0″, 2 war. Auffallend iſt es, wie wegen der Täuſchung, welche die Sternſtrahlung erregt, vor der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmeſſer von 4′ und 2′ 20″ zuſchrieben‡). Die abwechſelnd *lichten* und *dunkeln* Ringe, welche die kleinen *falſchen* Sternſcheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verſchiedener Geſtalt *iriſiren*, ſind gleichzeitig die Folgen der *Interferenz* und der *Diffraction*, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinſten Gegenſtände, welche teleſcopiſch noch deutlich als leuchtende Punkte geſehen werden (doppelte Doppelſterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herſchel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelfleckes des Orion entdeckt haben‖), welches der vierfache Stern θ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optiſcher Inſtrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine *Farbenverſchiedenheit* des eigenthümlichen Lichtes der Fixſterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten iſt von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieſes merkwürdigen Phänomens iſt erſt durch das teleſcopiſche Sehen, beſonders ſeitdem man ſich lebhaft mit den Doppelſternen beſchäftigt hat, wunderſam erweitert worden. Es iſt hier nicht von dem Farbenwechſel die Rede, welcher, wie ſchon oben erinnert worden iſt, das Funkeln auch in den weißeſten Geſtirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meiſt röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beſchaffenheit des Mediums (der Luftſchichten, durch die wir ſehen) das Sternlicht erleidet: ſondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtproceſſe und der ungleichen Conſtitution ſeiner Oberfläche jeder Weltkörper ausſtrahlt. Die griechiſchen Aſtronomen

*) Auf ſpaniſchen Schiffen in der Südſee habe ich bei Matroſen den Glauben gefunden, daß man vor dem erſten Viertel das Alter des Mondes beſtimmen könne, wenn man die Mondſcheibe durch ein ſeidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der *Diffraction* durch feine Spalten.

†) Outl nes § 816. Arago hat den falſchen Durchmeſſer des Aldebaran im Fernrohr von 4″ bis 15″ wachſen machen, indem er das Objectiv verengte.

‡) *Delambre*, Hist. de l'Astr. moderne T. I p. 193; *Arago*, Annuaire 1842 p. 366.

‖) „Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope;“ Outlines § 837. Vergl. auch Sir John *Herſchel*, Capreiſe p. 29 und *Arago* im Annuaire pour 1834 p. 302–305. Unter den planetariſchen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtſtärke eines ſtark vergrößernden optiſchen Inſtruments dienen: der 1ſte und 4te, von Laſſell und Otto Struve 1847 wieder geſehene Uranustrabant: die beiden innerſten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Laſſell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galilei's, dem er irriger Weiſe die Erfindung der Fernröhre zuſchreibt, dieſe mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menſchen in einen unbekannten Ocean leiten, „ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia“; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I Novum Organon p. 361.

kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der geſtirnten Himmelsdecke, in den ſo Licht durchſtrömten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden faſt alle Abſtufungen des prismatiſchen Farbenbildes zwiſchen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleſcopiſch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in ſeinem Fixſtern-Catalog 6 Sterne ὑπόκιρρα, feuerröthlich*): nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht ſogar Antares im Scorpion mit der Röthe†) des Mars, der ſelbſt bald πυρρὸς, bald πυροειδὴς genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unſerer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Caſtor als grünlich aufgeführt‡). Sirius gewährt demnach das einzige Beiſpiel einer hiſtoriſch erwieſenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution‖) muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photoſphäre eines ſolchen Fixſternes (einer fernen Sonne, wie ſchon Ariſtarch von Samos die Fixſterne würde genannt haben) vorgegangen ſein, um den Proceß zu ſtören, vermöge deſſen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Abſorption) anderer Complementar-Strahlen (ſei es in der Photoſphäre des Sternes ſelbſt, ſei es in wandernden kosmiſchen Gewölken) vorherrſchend wurden. Es wäre zu wünſchen, da dieſer Gegenſtand bei den großen Fortſchritten der neueren Optik ein lebhaftes Intereſſe auf ſich gezogen hat, daß man die Epoche einer ſolchen Naturbegebenheit, des Verſchwindens der Röthung des Sirius, durch Beſtimmung gewiſſer Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß ſchon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Caſſiopeja 1572 erſchienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 ſich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden ſah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabiſchen und perſiſchen Aſtronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabſtänden von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher ſchon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae ſagt die alte lateiniſche Ueberſetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthſelhaft

---

*) „Der Ausdruck ὑπόκιρρος, deſſen ſich Ptolemäus in ſeinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Uebergangs von feuergelb in feuerroth; er bedeutet alſo, genau zu ſprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixſternen ſcheint er im Allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κίρρος iſt nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaſſes Feuerroth, das in Gelb ſpielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Sergius ſo viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derſelbe zu den Sternen gehört, welche im Almageſt ὑπόκιρροι genannt werden, ſo bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrſchen, oder wenigſtens einen gewiſſen Antheil, rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus überſetzt worden ſei, iſt irrig. Cicero ſagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine iſt nicht Ueberſetzung des ποικίλος, ſondern ein Zuſatz des freien Ueberſetzers." (Aus Briefen des Herrn Profeſſor Franz an mich.)

„Si on substituant *rutilus*," ſagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius."

†) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

‡) Mädler, Aſtr. 1849 S. 391.

‖) Sir John Herſchel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. aſtr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years a vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of occasional *cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant." (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350–353.)

¶) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella ruffa in Tauro Aldebaran: stella ruffa *in Geminis* quae appellatur *Alhajok*, hoc est Capra." Alhajoc, Aijuk und aber in arabiſch-lateiniſchen Almageſt die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt daß

Ruhe gewährt, so würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abwesenheit aller Sternstrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden scheinen. Sinnliche Täuschung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat schon längst die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtstärke der Fixsterne erster Größe man nicht diese, und doch den äußersten Rand der Mondscheibe*) am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommensten optischen Werkzeuge, die stärksten Vergrößerungen geben den Fixsternen falsche Durchmesser (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herschel's Bemerkung†) „bei gleicher Vergrößerung um so kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächst." Verfinsterungen der Sterne durch die Mondscheibe beweisen, wie Ein- und Austritt dergestalt augenblicklich sind, daß keine Fraction einer Zeitsecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des sogenannten *Klebens* des eintretenden Sternes auf der Mondscheibe ist ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zusammenhange mit der Frage über die Sterndurchmesser steht. Wir haben schon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herschel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmesser von Wega nach 0″, 36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel so verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0″, 2 war. Auffallend ist es, wie wegen der Täuschung, welche die Sternstrahlung erregt, vor der Erfindung des teleskopischen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmesser von 4′ und 2′ 20″ zuschrieben‡). Die abwechselnd *lichten* und *dunkeln* Ringe, welche die kleinen falschen Sternscheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verschiedener Gestalt *irisiren*, sind gleichzeitig die Folgen der *Interferenz* und der *Diffraction*, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinsten Gegenstände, welche teleskopisch noch deutlich als leuchtende Punkte gesehen werden (doppelte Doppelsterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herschel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelfleckes des Orion entdeckt haben||), welches der vierfache Stern θ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optischer Instrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine *Farbenverschiedenheit* des eigenthümlichen Lichtes der Fixsterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten ist von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieses merkwürdigen Phänomens ist erst durch das teleskopische Sehen, besonders seitdem man sich lebhaft mit den Doppelsternen beschäftigt hat, wundersam erweitert worden. Es ist hier nicht von dem Farbenwechsel die Rede, welcher, wie schon oben erinnert worden ist, das *Funkeln* auch in den weißesten Gestirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meist röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beschaffenheit des Mediums (der Luftschichten, durch die wir sehen) das Sternlicht erleidet: sondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtprocesse und der ungleichen Constitution seiner Oberfläche jeder Weltkörper ausstrahlt. Die griechischen Astronomen

*) Auf spanischen Schiffen in der Südsee habe ich bei Matrosen den Glauben gefunden, daß man vor dem ersten Viertel das Alter des Mondes bestimmen könne, wenn man die Mondscheibe durch ein seidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der *Diffraction* durch feine Spalten.

†) Outl. no § 816. Arago hat den falschen Durchmesser des Aldebaran im Fernrohr von 4″ bis 15″ wachsen machen, indem er das Objectiv verengte.

‡) *Delambre*, Hist. de l'Astr. moderne T. I p. 193; *Arago*, Annuaire 1842 p. 366.

||) „Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope;" Outlines § 837. Vergl. auch Sir John *Herschel*, Capreise p. 29 und *Arago* im Annuaire pour 1834 p. 302–305. Unter den planetarischen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtstärke eines stark vergrößernden optischen Instruments dienen: der 1ste und 4te, von Lassell und Otto Struve 1847 wieder gesehene Uranustrabant; die beiden innersten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Lassell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galilei's, dem er irriger Weise die Erfindung der Fernröhre zuschreibt, diese mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menschen in einen unbekannten Ocean leiten, „ut proplora exercere possint cum coelestibus commercia"; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I Novum Organon p. 361.

kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der geſtirnten Himmelsdecke, in den ſo Licht durchſtrömten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden faſt alle Abſtufungen des prismatiſchen Farbenbildes zwiſchen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleſcopiſch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in ſeinem Fixſtern-Catalog 6 Sterne ὑπόκιρρους, feuerröthlich*): nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht ſogar Antares im Scorpion mit der Röthe †) des Mars, der ſelbſt bald πυρρὸς, bald πυροειδὴς genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unſerer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Caſtor als grünlich aufgeführt ‡). Sirius gewährt demnach das einzige Beiſpiel einer hiſtoriſch erwieſenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution ‖) muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photoſphäre eines ſolchen Fixſternes (einer fernen Sonne, wie ſchon Ariſtarch von Samos die Fixſterne würde genannt haben) vorgegangen ſein, um den Proceß zu ſtören, vermöge deſſen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Abſorption) anderer Complementar-Strahlen (ſei es in der Photoſphäre des Sternes ſelbſt, ſei es in wandernden kosmiſchen Gewölken) vorherrſchend wurden. Es wäre zu wünſchen, da dieſer Gegenſtand bei den großen Fortſchritten der neueren Optik ein lebhaftes Intereſſe auf ſich gezogen hat, daß man die Epoche einer ſolchen Naturbegebenheit, des Verſchwindens der Röthung des Sirius, durch Beſtimmung gewiſſer Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß ſchon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Caſſiopeja 1572 erſchienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 ſich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden ſah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabiſchen und perſiſchen Aſtronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabſtänden von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher ſchon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae ſagt die alte lateiniſche Ueberſetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthſelhaft

*) „Der Ausdruck ὑπόκιρρος, deſſen ſich Ptolemäus in ſeinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Uebergangs von feuergelb in feuerroth; er bedeutet alſo, genau zu ſprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixſternen ſcheint er im Allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κίρρος iſt nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaſſes Feuerroth, das in Gelb ſpielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Sergius ſo viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derſelbe zu den Sternen gehört, welche im Almageſt ὑπόκιρροι genannt werden, ſo bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrſchen, oder wenigſtens einen gewiſſen Antheil, rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus überſetzt worden ſei, iſt irrig. Cicero ſagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus illi canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine iſt nicht Ueberſetzung des ποικίλος, ſondern ein Zuſatz des freien Ueberſetzers." (Aus Briefen des Herrn Profeſſor Franz an mich.)

„Si on substituant *rutilus*," ſagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius."

†) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

‡) Mädler, Aſtr. 1849 S. 391.

‖) Sir John Herſchel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. aſtr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years a vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of cosmical *cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant." (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350–353.)

¶) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella ruffa in Tauro Aldebaran: stella ruffa *in Geminis* quae appellatur *Hofok*, hoc est Capra." Alhajoc, Aijuk und aber in arabiſch-lateiniſchen Almageſt die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu

genug *), die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längs anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwickelung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius *) die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermonats (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis." Die neuesten, bisher unveröffentlichten, etymologischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note †) zusammen-

---

mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugnisse bewährten, astrologischen Werke (Τετραβίβλος ἀποτελεσμάτων) nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und so Capella mit Martis stella, quae arit sicut congruit igneo ipsius colori mit Auriga stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I Pars 1. lib. 9 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

*) S. die Chronologie der Aegypter von Rich. Lepsius Bd. I. 1849 S. 190–195 und 213. Die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders wird in die früheste Epoche des Jahres 3285 vor unserer Zeitrechnung, d. i. ohngefähr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, gesetzt (Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †). In der Berechnung über den Umstand, daß die von Oberst Dyke gemessene Inclination des unterirdischen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges sehr nahe dem Winkel von 26° 15′ entspricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, ist die Epoche des Pyramidenbaues nicht wie nach Lepsius im Kosmos, zu 3430, sondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieser Unterschied von 540 Jahren widerstreitet um so weniger der Annahme, daß α Drac. für den Polarstern galt, als derselbe im Jahr 3970 noch 3° 44′ vom Pole abstand.

†) Aus freundschaftlichen Briefen des Prof. Lepsius (Februar 1850) habe ich folgendes geschöpft: „Der ägyptische Name des Sirius ist Sothis, als ein weibliches Gestirn bezeichnet; daher griechisch ἡ Σῶθις identificirt mit der Göttin Sote (hieroglyphisch öfters Sit) und im Tempel des großen Ramses in Theben mit Isis-Sothis (Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet sich im Koptischen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder scheinbar weit aus einander gehen, sich aber folgendermaßen ordnen lassen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erst säen, seminare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (gesponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigsten ist, Licht ausstrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer). Auf diese Reihe der Begriffe lassen sich die Namen der Gottheiten Satis (die Schützin), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphisch lassen sich nachweisen: sit oder seti, der Pfeil wie auch der Strahl; sotu, spinnen; sotu, ausgestreute Körner. Sothis ist vorzugsweise das hellstrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Gestirn. Der kleine, immer gelb dargestellte Triangel, der ein symbolisches Zeichen der Sothis ist, wird, vielfach wiederholt und an einander gereihet (in dreifachen Reihen, von der Sonnenscheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der strahlenden Sonne benutzt! Seth ist der Feuergott, der sengende; im Gegensatz der wärmenden, befruchtenden Nilfluth, der die Saaten tränkenden weiblichen Gottheit Satis. Diese ist die Göttin der Cataracten, weil mit dem Erscheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anschwellen des Nils begann. Bei Vettius Valens wird der Stern selbst Σὼς statt Sothis genannt; keineswegs aber kann man, wie Ideler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren." (Lepsius Bd. I. S. 136.)

Diesen Betrachtungen aus der ägyptischen Urzeit lasse ich die hellenischen, Zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Σείρ, die Sonne," sagt Professor Franz, „ist ein altes Stammwort, nur mundartlich verschieden von Ζερ, Ζίρος, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τείρος und τίρας oder τίρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter σείρ und Ζερ, Ζίρος dient nicht nur die Anwendung von Ζερτέσατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241), sondern auch der spätere Gebrauch der aus σείρ abgeleiteten Formen σειρός, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben so gesagt wird wie Ζειρινὰ ἱμάτια, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form σείριος werden: sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστὴρ hieß und Ibycus die Gestirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταυανεῖ ὀξὺς ἰλλάμπων die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius

kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der geſtirnten Himmelsdecke, in den von Licht durchſtrömten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden faſt alle Abſtufungen des prismatiſchen Farbenbildes zwiſchen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleſcopiſch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in ſeinem Fixſtern-Catalog 6 Sterne ὑπόκιρροι, feuerröthlich*), nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht ſogar Antares im Scorpion mit der Röthe†) des Mars, der ſelbſt bald πυρρὸς, bald πυροειδὴς genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unſerer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Caſtor als grünlich aufgeführt‡). Sirius gewährt demnach das einzige Beiſpiel einer hiſtoriſch erwieſenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution‖) muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photoſphäre eines ſolchen Fixſternes (einer fernen Sonne, wie ſchon Ariſtarch von Samos die Fixſterne würde genannt haben) vorgegangen ſein, um den Proceß zu ſtören, vermöge deſſen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Abſorption) anderer Complementar-Strahlen (ſei es in der Photoſphäre des Sternes ſelbſt, ſei es in wandernden kosmiſchen Gewölken) vorherrſchend wurden. Es wäre zu wünſchen, da dieſer Gegenſtand bei den großen Fortſchritten der neueren Optik ein lebhaftes Intereſſe auf ſich gezogen hat, daß man die Epoche einer ſolchen Naturbegebenheit, des Verſchwindens der Röthung des Sirius, durch Beſtimmung gewiſſer Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß ſchon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Caſſiopeja 1572 erſchienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 ſich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden ſah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabiſchen und perſiſchen Aſtronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabſtänden von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher ſchon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae ſagt die alte lateiniſche Ueberſetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthſelhaft

*) „Der Ausdruck ὑπόκιρρος, deſſen ſich Ptolemäus in ſeinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Uebergangs von feuergelb in feuerroth; er bedeutet alſo, genau zu ſprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixſternen ſcheint er im Allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κίρρος iſt nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaſſes Feuerroth, das in Gelb ſpielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Servius ſo viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derſelbe zu den Sternen gehört, welche im Almageſt ὑπόκιρροι genannt werden, ſo bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrſchen, oder wenigſtens einen gewiſſen Antheil, rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus überſetzt worden ſei, iſt irrig. Cicero ſagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine iſt nicht Ueberſetzung des ποικίλος, ſondern ein Zuſatz des freien Ueberſetzers." (Aus Briefen des Herrn Profeſſor Franz an mich.) „Si en substituant *rutilus*," ſagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius."

†) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

‡) Mädler, Aſtr. 1849 S. 391.

‖) Sir John Herſchel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. aſtr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of occasional *cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant." (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350–353.)

¶) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella ruffa in Tauro Aldebaran: stella ruffa in *Geminis* quae appellatur *Kiok*, hoc est Capra." Alhajoc, Aijuk ſind aber in arabiſch-lateiniſchen Almageſt die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt daß

erung ¶), die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längs anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Firsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwickelung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius *) die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermonats (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis.“ Die neuesten, bisher unveröffentlichten, etymologischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note †) zusammen-

---

mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugnisse bewährten, astrologischen Werke (Τετράβιβλος σύνταξις) nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und so Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsius colori mit Aurigae stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I Pars I. lib. 6 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

*) S. die Chronologie der Aegypter von Rich. Lepsius Bd. I. 1849 S. 190–195 und 213. Die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders wird in die früheste Epoche des Jahres 3285 vor unserer Zeitrechnung, d. i. ohngefähr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, gesetzt (Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †). In der Berechnung über den Umstand, daß die von Oberst Vyse gemessene Inclination des unterirdischen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges sehr nahe dem Winkel von 26° 15′ entspricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, ist die Epoche des Pyramidenbaues nicht wie nach Lepsius im Kosmos, zu 3430, sondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieser Unterschied von 540 Jahren widerstreitet um so weniger der Annahme, daß α Drac. für den Polarstern galt, als derselbe im Jahr 3970 noch 3° 44′ vom Pole abstand.

†) Aus freundschaftlichen Briefen des Prof. Lepsius (Februar 1850) habe ich folgendes geschöpft: „Der ägyptische Name des Sirius ist Sothis, als ein weibliches Gestirn bezeichnet; daher griechisch ἡ Σῶθις identificirt mit der Göttin Sote (hieroglyphisch öfters Sit) und im Tempel des großen Ramses in Theben mit Isis-Sothis (Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet sich im Koptischen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder scheinbar weit aus einander gehen, sich aber folgendermaßen ordnen lassen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erst säen, semi-nare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (gesponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigsten ist, Licht ausstrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer). Auf diese Reihe der Begriffe lassen sich die Namen der Gottheiten Satis (die Schützin), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphisch lassen sich nachweisen: sit oder seti, der Pfeil wie auch der Strahl; seta, spinnen; setu, ausgestreute Körner. Sothis ist vorzugsweise das hellstrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Gestirn. Der kleine, immer gelb dargestellte Triangel, der ein symbolisches Zeichen der Sothis ist, wird, vielfach wiederholt und an einander gereihet (in dreifachen Reihen, von der Sonnenscheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der strahlenden Sonne benutzt! Seth ist der Feuergott, der sengende; im Gegensatz der wärmenden, befruchtenden Nilfluth, der die Saaten tränkenden weiblichen Gottheit Satis. Diese ist die Göttin der Cataracten, weil mit dem Erscheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anschwellen des Nils begann. Bei Vettius Valens wird der Stern selbst Σάϊς statt Sothis genannt; keineswegs aber kann man, wie Ideler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren.“ (Lepsius Bd. I. S. 136.)

Diesen Betrachtungen aus der ägyptischen Urzeit lasse ich die helleniſchen, Zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Σείρ, die Sonne,“ sagt Professor Franz, „ist in altes Stammwort, nur mundartlich verschieden von Σερ, Σίρος, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τείρος und τίρος oder τίρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter σείρ und Σερ, Σίρος dient nicht nur die Anwendung von Σερείτατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241), sondern auch der spätere Gebrauch der aus σείρ abgeleiteten Formen σειρός, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben so gesagt wird wie Σειρινὰ ἱμάτια, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form σείριος werden; sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστὴρ hieß und Ibycus die Gestirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταυανεῖ ὀξὺς ἐλλάμπων die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius

Größe, der letzte im Flusse Eridanus (arabisch achir el-nahr), Achenar, aufgeführt, ob er gleich 9° unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Existenz dieses Sternes war also dem Ptolemäus aus südlicheren Schifffahrten im rothen Meere oder zwischen Ocelis und dem malabarischen Stapelplatze Muziris *) zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der westlichen afrikanischen Küste allerdings schon 1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartolomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Ostindien weit über den Aequator hinaus und in die antarctischen Gewässer bis 35° südlicher Breite; aber die erste specielle Beachtung der großen Gestirne und Nebelflecke, die Beschreibung der Magellanischen Wolken und der Kohlensäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht gesehenen Himmels," gehört der Epoche von Vincent Yanez Pinzon, Amerigo Vespucci und Andrea Corsali zwischen 1500 und 1515 an. Sternabstände am südlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemessen †).

In der Vertheilung der Fixsterne an dem Himmelsgewölbe hat man erst angefangen gewisse Gesetze relativer Verdichtung zu erkennen, seitdem William Herschel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demselben Gesichtsfelde von 15′ Durchmesser in seinem 20füßigen Spiegeltelescop in verschiedenen Höhen und Richtungen zu schätzen. Dieser mühevollen Methode der Aichungen (franz. jauges, engl. process of gauging the Heavens, star-gauges) ist in diesem Werke schon mehrmals gedacht worden. Das Gesichtsfeld umfaßte jedesmal nur $^1/_{833000}$ des ganzen Himmels; und solche Aichungen über die ganze Sphäre würden, nach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre ‡) dauern. Man muß bei den Untersuchungen über die partielle Vertheilung der Gestirne besonders die Größenclasse, zu der sie photometrisch gehören, in Anschlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der ersten 3 oder 4 Größenclassen stehen bleibt, so findet man diese im ganzen ziemlich gleichförmig ||) vertheilt, doch örtlich in der südlichen Hemisphäre von ε des Orion bis α des Kreuzes vorzugsweise in eine prachtvolle Zone in der Richtung eines größten Kreises zusammengedrängt. Das so verschiedene Urtheil, welches von Reisenden über die relative Schönheit des südlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie ich glaube, oft nur von dem Umstande ab, daß einige der Beobachter die südlichen Regionen zu einer Zeit besucht haben, in welcher der schönste Theil der Constellationen bei Tage culminirt. Durch die Aichungen beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe ergiebt sich, daß die Fixsterne von der 5ten und 6ten Ordnung herab bis unter die 10te und 15te Größe (besonders also die telescopischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man sich den Ringen der Milchstraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchstraße. Die Dichte des Sternlichts ist am kleinsten in den Polen des galactischen Kreises; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und schneller, von allen Seiten mit der galactischen Polar-Distanz.

Durch eine scharfsinnige und sorgfältige Behandlung der Resultate der vorhandenen Aichungen findet Struve, daß, im Mittel, im Inneren der Milchstraße 29,4mal (fast 30mal) so viel Sterne liegen als in den Regionen, welche die Pole der Milchstraße umgeben. Bei nördlichen galactischen Polar-Distanzen von 0°, 30°, 60°, 75° und 90° sind die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Telescops von 15′ Durchmesser: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00. In der Vergleichung beider Zonen findet sich trotz großer Aehnlichkeit in dem Gesetze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein

seine Distanz vom Südpol der Ekliptik nur 14° beträgt. Sie müßte 1° mehr betragen, um nur die Grenze der Sichtbarkeit für unseren Horizont zu erreichen.

*) Kosmos Buch II. S. 279.

†) Olbers in Schumacher's Jahrb. für 1840 S. 249 und Kosmos Buch III. S. 442.

‡) Etudes d'Astr. stellaire note 74 p. 31.

||) Outlines of Astr. § 785.

wie in dem, von Lacaille für einen Nebelfleck gehaltenen Sternschwarm bei x des südlichen Kreuzes, über hundert vielfarbige (rothe, grüne, blaue und blaugrüne) Sternchen so zusammengedrängt, daß sie wie polychrome Edelgesteine (like a superb piece of fancy jewellery*) in großen Fernröhren erscheinen.

Die Alten glaubten in der Stellung gewisser Sterne erster Größe eine merkwürdige symmetrische Anordnung zu erkennen. So war ihre Aufmerksamkeit vorzugsweise auf die sogenannten vier königlichen Gestirne, welche sich in der Sphäre gegenüber stehen, auf Aldebaran und Antares, Regulus und Fomalhaut, gerichtet. Wir finden dieser regelmäßigen Anordnung, die ich schon an einem anderen Orte†) behandelt, ausführlich bei einem späten römischen Schriftsteller, aus der constantinischen Zeit, dem Julius Firmicus Maternus ‡), erwähnt. Die Rectascensional-Unterschiede der königlichen Sterne, stellae regales, sind: $11^h\,57'$ und $12^h\,49'$. Die Wichtigkeit, welche man diesem Gegenstande beilegte, ist wahrscheinlich auf Ueberlieferungen aus dem Orient gegründet, welche unter den Cäsaren mit einer großen Vorliebe zur Astrologie in das römische Reich eindrangen. Eine dunkle Stelle des Hiob (9, 9), in welcher „den Kammern des Südens" der Schenkel, d. i. das Nordgestirn des Großen Bären (der berühmte Stierschenkel auf den astronomischen Darstellungen von Dendera und in dem ägyptischen Todtenbuche) entgegengesetzt wurde, scheint ebenfalls durch 4 Sternbilder die 4 Himmelsgegenden bezeichnen zu wollen ||).

Wenn dem Alterthum, ja dem späten Mittelalter ein großer und schöner Theil des südlichen Himmels jenseits der Gestirne von 53° südlicher Abweichung verhüllt geblieben war, so wurde die Kenntniß des Südhimmels ohngefähr hundert Jahre vor der Erfindung und Anwendung des Fernrohrs allmälig vervollständigt. Zur Zeit des Ptolemäus sah man am Horizont von Alexandrien: den Altar; die Füße des Centaur; das südliche Kreuz, zum Centaur gerechnet oder auch wohl ¶) zu Ehren des Augustus (nach Plinius) Caesaris Thronus genannt; endlich Canopus (Canobus) im Schiffe, den der Scholiast zum Germanicus **) das Ptolemaeon nennt. Im Catalog des Almagest ist auch der Stern erster

*) Sir John Herschel, Capreise p. 17 und 102 (Nebulae and Clusters No. 3435).

†) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 55.

‡) Julii Firmici Materni Astron. libri VIII, Basil. 1551, lib. VI cap. 1 p. 150.

||) Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 143. „Im hebräischen Texte werden genannt: Asch, der Riese (Orion?), das Vielgestirn (die Plejaden, Gemini?) und die Kammern des Südens. Die Siebzig übersetzen: ὁ ποιῶν Πλειάδα καὶ Ἕσπερον καὶ Ἀρκτοῦρον καὶ ταμεῖα νότου."

¶) Ideler, Sternnamen S. 295.

**) Martianus Capella verwandelt das Ptolemaeon in Ptolemaeus; beide Namen waren von den Schmeichlern am ägyptischen Königshofe ersonnen. Amerigo Vespucci glaubt drei Canopen gesehen zu haben, deren einer ganz dunkel (fosco) war; Canopus ingens et niger, sagt die lateinische Uebersetzung: gewiß einer der schwarzen Kohlensäcke (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. V. p. 227–229). In den oben angeführten Elem. chronol. et astron. von El-Fergani (p. 100) wird erzählt, daß die christlichen Pilgrime den Sohel der Araber (Canopus) den Stern der heil. Catharina zu nennen pflegen, weil sie die Freude haben, ihn zu sehen und als Leitstern zu bewundern, wenn sie von Gaza nach dem Berg Sinai wandern. In einer schönen Episode des ältesten Heldengedichts der indischen Vorzeit, des Ramayana, werden die dem Südpol näheren Gestirne aus einem sonderbaren Grunde für neuer erschaffen erklärt, denn die nördlicheren. Als nämlich die von Nordwesten in die Gangesländer eingewanderten brahmanischen Indier von dem 30sten Grade nördl. Breite an weiter in die Tropenländer vordrangen und dort die Urbewohner unterjochten, sahen sie, gegen Ceylon vorschreitend, ihnen unbekannte Gestirne am Horizonte aufsteigen. Nach alter Sitte vereinigten sie dieselben zu neuen Sternbildern. Eine kühne Dichtung ließ die später erblickten Gestirne später erschaffen werden durch die Wunderkraft des Visvamitra. Dieser bedrohte „die alten Götter, mit seiner sternreicheren südlichen Hemisphäre die nördliche zu überbieten." (A. W. von Schlegel in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. S. 240.) Wenn in dieser indischen Mythe das Erstaunen wandernder Völker über den Anblick neuer Himmelsgefilde sinnig bezeichnet wird (der berühmte spanische Dichter Garcilaso de la Vega sagt von den Reisenden: sie wechseln [gleichzeitig] Land und Sterne, mudan de pays y de estrellas); so wird man lebhaft an den Eindruck erinnert, welchen an einem bestimmten Punkte der Erde das Erscheinen (Aufsteigen am Horizont) bisher ungesehener großer Sterne, wie der in den Füßen des Centaur, im südlichen Kreuze, im Eridanus oder im Schiffe, und das völlige Verschwinden der lange heimathlichen auch in den rohesten Völkern erweckt haben muß. Die Fixsterne kommen zu uns und entfernen sich wieder durch das Vorrücken der Nachtgleichen. Wir haben an einem anderen Orte daran erinnert, daß das südliche Kreuz in unseren baltischen Ländern bereits 7° hoch am Horizonte leuchtete 2900 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also zu einer Zeit, wo die großen Pyramiden Aegyptens schon ein halbes Jahrtausend standen (vergl. Kosmos Buch I. S. 74, Buch II. S. 347). „Canopus kann dagegen nie in Berlin sichtbar gewesen sein, da

Größe, der letzte im Flusse Eridanus (arabisch achir el-nahr), Achenar, aufgeführt, ob er gleich 9° unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Existenz dieses Sternes war also dem Ptolemäus aus südlicheren Schifffahrten im rothen Meere oder zwischen Ocelis und dem malabarischen Stapelplatze Muziris*) zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der westlichen afrikanischen Küste allerdings schon 1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartolomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Ostindien weit über den Aequator hinaus und in die antarctischen Gewässer bis 35° südlicher Breite; aber die erste specielle Beachtung der großen Gestirne und Nebelflecke, die Beschreibung der Magellanischen Wolken und der Kohlensäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht gesehenen Himmels," gehört der Epoche von Vincent Yañez Pinzon, Amerigo Vespucci und Andrea Corsali zwischen 1500 und 1515 an. Sternabstände am südlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemessen†).

In der Vertheilung der Fixsterne an dem Himmelsgewölbe hat man erst angefangen gewisse Gesetze relativer Verdichtung zu erkennen, seitdem William Herschel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demselben Gesichtsfelde von 15′ Durchmesser in seinem 20füßigen Spiegelteleskop in verschiedenen Höhen und Richtungen zu schätzen. Dieser mühevollen Methode der Aichungen (franz. jauges, engl. process of gauging the Heavens, star-gauges) ist in diesem Werke schon mehrmals gedacht worden. Das Gesichtsfeld umfaßte jedesmal nur $^1/_{\approx 3000}$ des ganzen Himmels; und solche Aichungen über die ganze Sphäre würden, nach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre‡) dauern. Man muß bei den Untersuchungen über die partielle Vertheilung der Gestirne besonders die Größenclasse, zu der sie photometrisch gehören, in Anschlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der ersten 3 oder 4 Größenclassen stehen bleibt, so findet man diese im ganzen ziemlich gleichförmig‖) vertheilt, doch örtlich in der südlichen Hemisphäre von ε des Orion bis α des Kreuzes vorzugsweise in eine prachtvolle Zone in der Richtung eines größten Kreises zusammengedrängt. Das so verschiedene Urtheil, welches von Reisenden über die relative Schönheit des südlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie ich glaube, oft nur von dem Umstande ab, daß einige der Beobachter die südlichen Regionen zu einer Zeit besucht haben, in welcher der schönste Theil der Constellationen bei Tage culminirt. Durch die Aichungen beider Herschel an dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe ergiebt sich, daß die Fixsterne von der 5ten und 6ten Ordnung herab bis unter die 10te und 15te Größe (besonders also die teleskopischen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man sich den Ringen der Milchstraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchstraße. Die Dichte des Sternlichts ist am kleinsten in den Polen des galactischen Kreises; sie nimmt aber zu, erst langsam und dann schneller und schneller, von allen Seiten mit der galactischen Polar-Distanz.

Durch eine scharfsinnige und sorgfältige Behandlung der Resultate der vorhandenen Aichungen findet Struve, daß, im Mittel, im Inneren der Milchstraße 29,4mal (fast 30mal) so viel Sterne liegen als in den Regionen, welche die Pole der Milchstraße umgeben. Bei nördlichen galactischen Polar-Distanzen von 0°, 30°, 60°, 75° und 90° sind die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Teleskops von 15′ Durchmesser: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00. In der Vergleichung beider Zonen findet sich trotz großer Aehnlichkeit in dem Gesetze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein

seine Distanz vom Südpol der Ekliptik nur 14° beträgt. Sie müßte 1° mehr betragen, um nur die Grenze der Sichtbarkeit für unseren Horizont zu erreichen.

*) Kosmos Buch II. S. 279.

†) Olbers in Schumacher's Jahrb. für 1840 S. 249 und Kosmos Buch III. S. 442.

‡) Etudes d'Astr. stellaire note 74 p. 31.

‖) Outlines of Astr. § 785.

bsolutes Uebergewicht der Sternmenge*) auf Seiten des schöneren südlichen Himmels. —Als ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwinck freundschaftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne (1^m bis 7^m inclus.), welche er auf Bessel's Anregung in seine Mappa coelestis eingetragen, nach Rectascensions-Verschiedenheit mitzutheilen, fand er in 4 Gruppen:

Rectasc. von	50°—140°	Zahl der Sterne	3147
"	"	140°—230°	"	"	"	2627
"	"	230°—320°	"	"	"	3523
"	"	320°— 50°	"	"	"	2851.

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultaten der Études stellaires überein, nach denen von Sternen 1^m bis 9^m die Maxima in Rectasc. in 6^h 40′ und 18^h 40′, die Minima im 1^h 30′ und 13^h 30′ fallen †).

Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einander zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltraums und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch verstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von teleskopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuchtend, erscheinen. Das sind die nebligen Sterne des Eratosthenes ‡) und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonsinischen Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen selbst liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie schichtenweise, zusammengedrängt, in der Milchstraße und den beiden Magellanischen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchstraßen-Ringe bedeutsamste Reichthum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet sich in einer Region des südlichen Himmels ||) zwischen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Scorpions und dem Altar (RA. 16^h 45′—19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchstraße sind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umrissen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht sehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen sind die Sterne von gleicher Größe, in anderen sind sie sehr ungleich. In einigen seltenen Fällen zeigen sie einen schönen röthlichen Centralstern ¶) (RA. 2° 10′, N. Decl. 56° 21′). Wie solche Weltinseln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungestört rotiren können, ist ein schwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen, wenn auch von den ersteren jetzt sehr allgemein angenommen wird, daß sie ebenfalls aus sehr kleinen, aber noch ferneren Sternen bestehen, scheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verschiedenen Gesetzen unterworfen. Die Erkenntniß dieser Gesetze wird vorzugsweise die Ahndungen über das, was man kühn den Himmelsbau zu nennen pflegt, modificiren. Auch ist die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke sich bei gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale**).

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Sternschwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden: gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt, das Schiff-

---

*) A. a. O. § 795 und 796; Struve, Etudes Astr. stell. p. 66–73 auch (note 75).

†) Struve p. 59. Schwinck findet in seinen Karten RA. 0°–90° Sterne 2858; RA. 90°–180° Sterne 3091; RA. 180°–270° Sterne 2688; RA. 270°–360° Sterne 3591: Summe 12148 Sterne bis 7^m.

‡) S. über den Nebelkreis in der rechten Hand (bei dem Schwerdtgriff) des Perseus Eratosth. Catast. c. 22 p. 51 Schaubach.

||) John Herschel, Capreise § 105 p. 136.

¶) Outlines § 864–869 p. 591–596; Mädler, Astr. S. 764.

**) Capreise § 29 p. 19.

fahrts-Geſtirn, Pleias ἀπὸ τοῦ πλεῖν, wie der alte Scholiaſt des Aratus wohl ri
tiger etymologiſirt als neuere Schriftſteller, die den Namen von der Fülle, von πολ
herleiten; die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vo
Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter As
los, ein νεφέλιον des Pſeudo-Eratoſthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perſeus, von den griechiſchen Aſtr
nomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice, wie die drei vorigen dem bloßen Auge ſichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), teleſcopiſch; RA. 13ʰ 3
12″, N. Decl. 29° 14′; mehr als tauſend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwiſchen η und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge ſic
bar, im Fernrohr ein prachtvoller Gegenſtand (No. 1968), mit ſonderbar ſtrahlförmi
auslaufendem Rande; RA. 16ʰ 35′ 37″, N. Decl. 36° 47′; von Halley 1714 zu
beſchrieben;

Sternhaufen bei ω des Centaur: von Halley ſchon 1677 beſchrieben, dem bloß
Auge erſcheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, faſt leuchtend als ein Ste
4ᵐ—5ᵐ; in mächtigen Fernröhren erſcheint er aus zahlloſen Sternchen 13ter bis 15t
Größe zuſammengeſetzt, welche ſich gegen die Mitte verdichten; RA. 13ʰ 16′ 38″, ſü
Decl. 46° 35′; in Sir John Herſchel's Catalog der Sternhaufen des ſüdlichen Hi
mels No. 3504, im Durchmeſſer 15′ (Capreiſe p. 21 und 105, Outl. of Astr. p. 59
Sternhaufen bei χ des ſüdlichen Kreuzes (No. 3435): zuſammengeſetzt aus vi
farbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von 1/12 eines Quadr
grades vertheilt ſind; nach Lacaille ein Nebelſtern, aber durch Sir John Herſchel
vollſtändig aufgelöſt, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralſtern geſättigt ro
(Capreiſe p. 17 und 102 Pl. I fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herſch
eines der merkwürdigſten Objecte des ſüdlichen Himmels. Es hat daſſelbe auch m
einige Nächte cometenartig getäuſcht, als ich zuerſt nach Peru kam und es unter 1
ſüdlicher Breite ſich höher über den Horizont erheben ſah. Die Sichtbarkeit für das u
bewaffnete Auge iſt um ſo größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15′ bis 2
Durchmeſſer, zwar der kleinen Magellaniſchen Wolke nahe, aber auf einer ganz ſter
leeren Stelle ſteht. Er iſt im Inneren blaß roſenroth, concentriſch mit einem weiß
Rande umgeben, aus Sternchen (14ᵐ bis 16ᵐ) und zwar von gleicher Größe zuſa
mengeſetzt, alle Kennzeichen der Kugelform körperlich darbietend *).

Sternhaufen am Gürtel der Andromeda bei ν dieſer Conſtellation. Die Auflöſu
des berühmten Nebelflecks der Andromeda in Sternchen, von denen über 1500 erka
worden ſind, gehört zu den merkwürdigſten Entdeckungen in der beſchauenden Aſtro
mie unſerer Zeit. Sie iſt das Verdienſt von George Bond †), Gehülfen an der Ste
warte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten (März 1848), und zeugt zugleich
die vortreffliche Lichtſtärke des dort aufgeſtellten, mit einem Objectiv von 14 Par
Zoll Durchmeſſer verſehenen Refractors, da ſelbſt ein Reflector von 18 Zoll Dur
meſſer des Spiegels „noch keine Spur von der Anweſenheit eines Sternes ahnden läßt
Vielleicht iſt der Sternhaufen in der Andromeda ſchon am Ende des zehnten Jahrh
derts als ein Nebel von ovaler Form aufgeführt worden; ſicherer iſt es aber, daß Sim
Marius (Mayer aus Gunzenhauſen: derſelbe, der auch den Farbenwechſel bei der Sc
tillation bemerkte ‖) ihn am 15. Dec. 1612 als einen neuen, von Tycho nicht genan
ten, ſternloſen, wunderſamen Weltkörper erkannt und zuerſt umſtändlich beſchrieben h
Ein halbes Jahrhundert ſpäter beſchäftigte ſich Boulliaud, der Verfaſſer der Astrono
philolaica, mit demſelben Gegenſtande. Was dieſem Sternhaufen, der 2°½ Länge u
über 1° Breite hat, einen beſonderen Charakter giebt, ſind die zwei merkwürdigen, un
ſich und der Längenaxe parallelen, ſehr ſchmalen ſchwarzen Streifen, welche rißartig d

*) „A stupendous object, a most magnificent *globular* cluster," ſagt Sir John Herſchel, „*completely insulated*, upon a ground of the sky perfectly *black* throughout the whole breadth of the sweep." (Capreiſe p. 18 und 51, Pl. III fig. 1; Outlines § 895 p. 615.)

†) Bond in den Memoirs of the American Ac
demy of Arts and Sciences, new series Vol. III p. 1

‡) Outlines § 874 p. 601.

‖) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T.
p. 697.

Ganze nach Bond's Unterſuchung durchſetzen. Dieſe Geſtaltung erinnert lebhaft an den ſonderbaren Längenriß in einem unaufgelöſten Nebel der ſüdlichen Hemiſphäre, No. 3501, welchen Sir John Herſchel beſchrieben und abgebildet hat (Capreiſe p. 20 und 105 Pl. IV fig. 2).

Ich habe dieſer Auswahl merkwürdiger Sternhaufen, trotz der wichtigen Entdeckun-n, welche wir dem Lord Roſſe und ſeinem Rieſen-Reflector zu verdanken haben, den gro-n Nebel im Gürtel des Orion noch nicht beigefügt, da es mir geeigneter zu ſein ſcheint n den in demſelben bereits aufgelöſten Theilen in dem Abſchnitt von den Nebel-cken zu handeln.

Die größte Anhäufung von Sternhaufen, keineswegs von Nebelflecken, findet ſich der Milchſtraße*) (Galaxias, dem Himmels-Fluſſe†) der Araber), welche faſt ien größten Kreis der Sphäre bildet und gegen den Aequator unter einem Winkel n 63° geneigt iſt. Die Pole der Milchſtraße liegen: RA. 12ʰ 47′, nördl. Decl. 27° d RA. 0ʰ 47′, ſüdlich Declination 27°; alſo als Nordpol nahe dem Haupthaar der Be-rice, als Südpol zwiſchen Phönix und Wallfiſch. Wenn alle planetariſchen örtlichen rhältniſſe auf die Ekliptik, auf den größten Kreis, in welchem die Ebene der Sonnen-hn die Sphäre durchſchneidet, bezogen werden; ſo finden gleich bequem viele örtliche Be-hungen der Fixſterne (z. B. die ihrer Anhäufung oder Gruppirung) auf den faſt ößten Kreis der Milchſtraße ſtatt. In dieſem Sinne iſt dieſelbe für die ſideriſche elt, was die Ekliptik vorzugsweiſe für die Planetenwelt unſeres Sonnenſyſtems iſt. Die ilchſtraße ſchneidet den Aequator im Einhorn zwiſchen Procyon und Sirius, RA. 6ʰ 54′ ir 1800), und in der linken Hand des Antinous, RA. 19ʰ 15′. Die Milchſtraße theilt nnach die Himmelsſphäre in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areale ſich ohngefähr e 8 : 9 verhalten. In der kleineren Hälfte liegt der Frühlingspunkt. Die Breite der ilchſtraße iſt in ihrem Laufe ſehr veränderlich‡). Wo ſie am ſchmalſten und zugleich t am glänzendſten iſt, zwiſchen dem Vordertheil des Schiffes und dem Kreuze, dem Süd-l am nächſten, hat ſie kaum 3 bis 4 Grad Breite; an anderen Punkten 16°, und getheilt iſchen dem Schlangenträger und Antinous‖) bis 22°. William Herſchel hat bemerkt, ß, nach ſeinen Stern-Aichungen zu urtheilen, die Milchſtraße in vielen Regionen eine bis 7 Grad größere Breite hat, als es uns der dem unbewaffneten Auge ſichtbare Stern-immer verkündigt¶).

Der Milchweiße der ganzen Zone hatte ſchon Huygens, welcher im Jahr 1656 ſeinen ſüßigen Refractor auf die Milchſtraße richtete, den unauflöslichen Nebel abgeſprochen. rgfältigere Anwendung von Spiegelteleſcopen der größten Dimenſion und Lichtſtärke t ſpäter noch ſicherer erwieſen, was ſchon Democritus und Manilius vom alten Wege s Phaeton vermutheten, daß der milchige Lichtſchimmer allein den zuſam-ngedrängten kleinen Sternſchichten, nicht aber den ſparſam eingemengten Nebelflecken zuſchreiben ſei. Dieſer Lichtſchimmer iſt derſelbe an Punkten, wo alles ſich vollkommen in

*) Die erſte und einzige ganz vollſtändige Beſchrei-ung der Milchſtraße in beiden Hemiſphären verdanken r Sir John Herſchel in der Capreiſe (Results of tronomical Observations made during the years 34–1838, at the Cape of Good Hope) § 316–335, d noch neuer in den Outlines of Astr. § 787–799. n dem ganzen Abſchnitt des Kosmos, welcher der ichtung, der Verzweigung und dem ſo verſchiedenarti-n Inhalte der Milchſtraße gewidmet iſt, bin ich allein m obengenannten Aſtronomen und Phyſiker gefolgt. Vergl. auch Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 35 9; Mädler, Aſtr. 1849 § 213: Kosmos Buch . S. 49, 75 und 158). Es bedarf hier wohl kaum r Bemerkung, daß, um nicht dem Sicheren Unſicheres rmengen, ich in der Beſchreibung der Milchſtraße chts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtſchwachen nſtrumenten ausgerüſtet über das ſo ungleichartige Licht der ganzen Zone während meines langen Aufent-halts in der ſüdlichen Hemiſphäre in Tagebüchern nie-dergeſchrieben hatte.

†) Die Vergleichung der getheilten Milchſtraße mit einem Himmelsfluſſe hat die Araber veranlaßt, Theile der Conſtellation des Schützen, deſſen Bogen in eine ſternreiche Region derſelben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen, ja den ſo wenig des Waſ-ſers bedürftigen Strauß darin zu finden. (Ideler, Un-terſuchung über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Be-ſchreibung von Arabien S. 112.)

‡) Outlines p. 529; Schubert, Aſtr. Th. III. S. 71.

‖) Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 41.

¶) Kosmos Buch I. S. 75 und Anm. *).

276° Länge die Ekliptik durchschneidet. Weiterhin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fleckiger Gestalt, fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend: wo zwischen ε, α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere sich zeigt, die Sir John Herschel*) mit dem Kohlensack im südlichen Kreuz vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derselben, von größerer Lichtstärke, kann gleichsam rückwärts über β Cygni und η Aquilae verfolgt werden, jedoch ohne sich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Ansatz der Milchstraße dehnt sich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, also in der Nähe der Cassiopeja, von welcher Constellation an wir die Schilderung der Milchstraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortschritten, welche durch Anwendung großer Teleskope allmälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verschiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchstraße gemacht hat, sind an die Stelle bloß optischer Projections-Ansichten mehr physische Gestaltungs-Ansichten getreten. Thomas Wright †) von Durham, Kant, Lambert und zuerst auch William Herschel waren geneigt, die Gestaltung der Milchstraße und die scheinbare Anhäufung der Sterne in derselben als eine Folge der abgeplatteten Gestalt und ungleichen Dimensionen der Weltinsel (Sternschicht) zu betrachten, in welche unser Sonnensystem eingeschlossen ist. Die Hypothese von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixsterne ist neuerdings vielfach erschüttert worden. Der kühne und geistreiche Erforscher des Himmels, William Herschel, hat sich in seinen letzten Arbeiten ‡) für die Annahme eines Ringes von Sternen entschieden, die er in seiner schönen Abhandlung vom Jahre 1784 bestritt. Die neuesten Beobachtungen haben die Hypothese von einem System von einander abstehender concentrischer Ringe begünstigt. Die Dicke dieser Sternringe scheint sehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, stärkeren oder schwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in sehr verschiedenen Höhen, d. h. in verschiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe schätzen, kann nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abstandssphäre numerisch ‖) daraus bestimmten könnte.

In vielen Gegenden der Milchstraße genügt die raumdurchdringende Kraft der Instrumente ganze Sternwolken aufzulösen und die einzelnen Lichtpunkte auf die dunkle, sternlose Himmelsluft projicirt zu sehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie. „It leads us," sagt Sir John Herschel, „irresistibly to the conclusion, that in these regions we see *fairly through* the starry stratum ¶)." In anderen Gegenden sieht man wie durch Oeffnungen und Spalten, sei es auf ferne Weltinseln oder weit auslaufende Zweige des Ring-Systems; in noch anderen ist die Milchstraße bisher unergründlich (fathomless, insondable) geblieben, selbst für das 40füßige Teleskop **). Untersuchungen über die un-

*) Outlines p. 531. Auch zwischen α und γ der Cassiopea ist ein auffallend dunkler Flecken dem Contraste der leuchtenden Umgebung zugeschrieben; s. Struve, Etudes stell. note 85.

†) Einen Auszug aus dem so seltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf dessen Bestrebungen Kant's und William Herschel's sinnreiche Speculationen über die Gestaltung unserer Sternschicht die Aufmerksamkeit der Astronomen seit dem Anfang dieses Jahrhunderts so bleibend gefesselt haben, beobachtete selbst nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

‡) Pfaff in Will. Herschel's sämmtl. Schriften Bd. I. (1826) S. 78–81; Struve, Etudes stell. p. 35–44.

‖) Encke in Schumacher's Astr. Nachr. No. 622 (1847) S. 341–346.

¶) Outlines p. 536. Auf der nächstfolgenden Seite heißt es über denselben Gegenstand: „In such cases it is equally impossible not to perceive that we are looking *through* a sheet of stars of no great thickness compared with the distance which separates them from us."

**) Struve, Etudes stell. p. 63. Bisweilen erreichen die größten Fernröhre einen solchen Raum der Himmelsluft, in welchem das Dasein einer in weiter Ferne aufglimmenden Sternschicht sich nur durch ein „getüpfeltes, gleichsam lichtgeflecktes" Ansehen verkündigt (by a uniform dotting or stippling of the field of view). S. in der Capreise p. 390 den Abschnitt: „on some indications of very remote talons or branches of the Milky Way, or of an independent

lichen Region kommt im Maximum am nächſten an unſerem nördlichen Himmel die muthige und ſternreiche Gegend im Adler und Schwan, wo die Milchſtraße ſich theilt. wie die größte Schmalheit unter den Fuß des Kreuzes fällt, ſo iſt dagegen die Region Minimums des Glanzes (der Verödung der Milchſtraße) in der Gegend des Einhorns in der des Perſeus.

Die Pracht der Milchſtraße in der ſüdlichen Hemiſphäre wird noch durch den Umſtand mehrt, daß zwiſchen dem durch ſeine Veränderlichkeit ſo berühmt gewordenen Stern η gûs und α Crucis, unter den Parallelen von 59 und 60 Grad ſüdlicher Breite, die kwürdige Zone ſehr großer und wahrſcheinlich uns ſehr naher Geſtirne, zu welcher Conſtellationen des Orion und des Großen Hundes, des Scorpions, des Centaur und Kreuzes gehören, die Milchſtraße unter einem Winkel von 20° ſchneidet. Ein größter is, der durch ε Orionis und den Fuß der Kreuzes gelegt wird, bezeichnet die Richtung er merkwürdigen Zone. Die, man möchte ſagen maleriſch-landſchaftliche Wirkung der lchſtraße wird in beiden Hemiſphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt gefähr ⅔ ihres Zuges hindurch ungetheilt. In der großen Biſurcation trennen ſich h Sir John Herſchel die Zweige bei α Centauri *): nicht bei β Centauri, wie unſere rnkarten angeben, oder beim Altar, wie Ptolemäus will †); ſie kommen wieder zuſam- n im Schwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchſtraße mit ihren Nebenzweigen allgemeinen überſehen zu können, geben wir hier in gedrängter Kürze eine Ueberſicht, nach der Folge der Rectaſcenſionen geordnet iſt. Durch γ und ε Cassiopejae hindurch- end, ſendet die Milchſtraße ſüdlich einen Zweig nach ε Persei, welcher ſich gegen die ziaden und Hyaden verliert. Der Hauptſtrom, hier ſehr ſchwach, geht über die Hoedi öckchen) im Fuhrmann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommer- lſtitium der Ekliptik und die Keule des Orion nach 6ʰ 54′ RA. (für 1800), den Aequa- an dem Halſe des Einhorns ſchneidend. Von hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich

Am Hintertheil des Schiffes geht ein Zweig ſüdlich ab bis γ Argûs, wo derſelbe zlich abbricht. Der Hauptſtrom ſetzt fort bis 33° ſüdl. Decl., wo er, fächerförmig zer- lt (20° breit), ebenfalls abbricht, ſo daß in der Linie von γ nach λ Argûs ſich eine weite le in der Milchſtraße zeigt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, engt ſich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Eintritte in das ſüdliche uz, wo ſie ihren ſchmalſten Streifen von nur 3° oder 4° Breite bildet. Bald darauf nt ſich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Maſſe aus, die β Centauri wie nd β Crucis einſchließt und in deren Mitte der ſchwarze birnförmige Kohlenſack t, deſſen ich im 7ten Abſchnitt näher erwähnen werde. In dieſer merkwürdigen Region, es unterhalb des Kohlenſackes, iſt die Milchſtraße dem Südpol am nächſten.

Bei α Centauri tritt die ſchon oben berührte Haupttheilung ein: eine Biſurcation, welche nach den älteren Anſichten bis zu dem Sternbild des Schwanes erhält. Zuerſt, von α tauri aus gerechnet, geht ein ſchmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, wo er verliert; dann zeigt ſich eine Theilung beim Winkelmaaß (bei γ Normae). Der nörd- e Zweig bildet unregelmäßige Formen bis in die Gegend des Fußes des Schlangen- gers, wo er ganz verſchwindet; der ſüdlichſte Zweig wird jetzt der Hauptſtrom, und geht ch den Altar und den Schwanz des Scorpions nach dem Bogen des Schützen, wo er in

---

light near the Cross from that part of the sky, a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon. S. Piazzi on the Orbit of α Cent. in den Transact. of Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI p. 445.

*) Outlines § 789 und 791, Capreiſe § 325.

†) Almageſt lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Halma). Die Beſchreibung des Ptolemäus iſt in einzelnen Theilen vortrefflich, beſonders verglichen mit der Behandlung der Milchſtraße in Ariſtot. Meteor. lib. I p. 29 und 34 nach Ideler's Ausgabe.

Ehe wir zu allgemeinen Betrachtungen übergehen, scheint es mir am geeignetsten, durch die Erzählung eines Augenzeugen, und bei einem einzelnen Beispiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu schildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich (ut aulicae vitae fastidium lenirem) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern eben so sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk" die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte."

„Den neuen Stern," fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich setzen, wenn sie der Erde am nächsten steht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet ist). Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke (nubus non admodum densus) gesehen. Abstände von anderen nahen Sternen der Cassiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Ordnung (stellarum affixarum primi honoris; denn Tycho scheint den Ausdruck des Manilius, stellae fixae, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für Julius und August 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Cassiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monat verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erst 37 Jahre später erfunden.)

Der allmälige Verlust der Leuchtkraft des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argûs, einem freilich nicht neu zu nennenden Sterne in unseren Tagen der Fall ist) durch mehrmalige Perioden des Wiederauflodernes, durch eine Wiedervermehrung der Lichtstärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, so veränderte sich auch die Farbe, was später zu vielen irrigen Schlüssen über die Geschwindigkeit farbiger Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei seinem ersten Erscheinen, so lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn fast mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meisten glich seine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, besonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (albedinem quandam sublividam induebat, qualis Saturni stellae subesse videtur). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und

im Verhältniß zur Lichtschwäche auffallend stark funkelnd, bis zum allmäligen völligen Verschwinden im Monat März 1574.

Die Umständlichkeit dieser Angaben*) beweist schon den Einfluß, welchen das Naturphänomen in einer für die Astronomie so glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigsten Fragen ausüben mußte. Da (trotz der oben geschilderten allgemeinen Seltenheit der neuen Sterne) Erscheinungen derselben Art sich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren zusammengedrängt, für europäische Astronomen dreimal wiederholten, so wurde die Anregung um so lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sterncataloge, um der Neuheit des auflodernden Gestirns gewiß zu sein; man discutirte die Periodicität†) (das Wiedererscheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho stellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Gestaltungsprocesse der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des großen William Herschel hat. Er glaubt, daß der dunstförmige, in seiner Verdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Fixsternen balle: Caeli materiam tenuissimam, ubique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine gewisse Verdichtung in der Milchstraße, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Deshalb stehe der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 aufloderten, am Rande der Milchstraße selbst (quo factum est quod nova stella in ipso Galaxiae margine constiterit); man glaube sogar noch die Stelle (die Oeffnung, hiatus) zu erkennen, wo der neblige Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei‡). Alles dies erinnert an den Uebergang des kosmischen Nebels in Sternschwärme, an die haufenbildende Kraft, an die Concentration zu einem Centralkern, an die Hypothesen über die stufenweise Entwickelung des Starren aus dem dunstförmig Flüssigen, welche im Anfang des 19ten Jahrhunderts zur Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechselnden Schwankungen in der Gedankenwelt, vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

Zu den neu erschienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit ungleicher Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des ersten Aufloderns geordnet habe:

a) 134 vor Chr. im Scorpion,
b) 123 nach Chr. im Ophiuchus,
c) 173 im Centaur,
d) 369?
e) 386 im Schützen,
f) 389 im Adler,
g) 393 im Scorpion,
h) 827? im Scorpion
i) 945 zwischen Cepheus und Cassiopea,
k) 1012 im Widder,
l) 1203 im Scorpion,
m) 1230 im Ophiuchus,
n) 1264 zwischen Cepheus und Cassiopea,
o) 1572 in der Cassiopea
p) 1578,
q) 1584 im Scorpion,
r) 1600 im Schwan,
s) 1604 im Ophiuchus,
t) 1609,
u) 1670 im Fuchs,
v) 1848 im Ophiuchus.

---

*) De admiranda Nova Stella anno 1572 exorta, in Tychonis Brahe Astronom ae instauratae Progymnasmata 1603 p. 298–304 und 578. Ich bin in dem Texte ganz der Erzählung gefolgt, welche Tycho selbst giebt. Der sehr unwichtigen, aber in vielen astronomischen Schriften wiederholten Behauptung, daß Tycho zuerst durch einen Zusammenlauf von Landvolk auf die Erscheinung des neuen Sterns aufmerksam gemacht wurde, durfte daher hier nicht gedacht werden.

†) Cardanus in seinem Streite mit Tycho stieg bis zu dem Stern der Magier hinauf, welcher mit dem Stern von 1572 identisch sein sollte. Ideler glaubt nach seinen Conjunctions-Berechnungen des Saturn mit dem Jupiter, und nach gleichen Vermuthungen, die Aerzte bei dem Erscheinen des neuen Sterns im Schlangenträger von 1604 ausgesprochen: daß der Stern der Weisen aus dem Morgenlande, wegen der häufigen Verwechselung von ἀστὴρ und ὅπτηρ, nicht ein einzelner großer Stern, sondern eine merkwürdige Gestirnstellung, die große Annäherung zweier hellglänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, gewesen sei. (Vergl. Tychonis Progymnasmata p. 324–330 mit Ideler, Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie Bd. II. S. 399–4 7.)

‡) Progymn. p. 324–330. Tycho gründet sich in seiner Theorie der neuen Sternbildung aus dem kosmischen Nebel der Milchstraße auch auf die merkwürdigen Stellen des Aristoteles über den Vergleich der Cometenschweife (der dunstförmigen Ausstrahlungen der Cometenkerne) mit dem Galaxias, deren ich oben erwähnte (Kosmos Buch I. S. 49 und Anm. 2).

Erläuterungen:

a) Erste Erscheinung, Julius 134 vor dem Anfang unserer Zeitrechnung, aus chinesischen Verzeichnissen des Ma-tuan-lin, deren Bearbeitung wir dem sprachgelehrten Eduard Biot verdanken (Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 61); zwischen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig aussehenden Gestirnen dieser Verzeichnisse, welche auch Gast-Sterne (étoiles hôtes, ke-sing, gleichsam Fremdlinge von sonderbarer Physiognomie) genannt und von den mit Schweifen versehenen Cometen durch die Beobachter selbst gesondert worden sind, finden sich allerdings unbewegliche neue Sterne mit einigen ungeschwänzten fortschreitenden Cometen vermischt; aber in der Angabe der Bewegung (Ke-sing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zusatz: „der Ke-sing löste sich auf" (und verschwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch ist wohl hier an das so schwache, nie funkelnde, mildstrahlende Licht des Kopfs aller geschweiften und ungeschweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intensität der chinesischen sogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometennatur überhaupt und insbesondere auf die der ungeschweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynastie Han (134 vor Chr.) erschienene Stern könnte, wie Sir John Herschel bemerkt, der neue Stern des Hipparch sein, welcher nach der Aussage des Plinius ihn zu seinem Sternverzeichniß veranlaßt haben soll. Delambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, „une historiette" (Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage (Almag. VII, 2 p. 13 Halma) Hipparchs Verzeichniß an das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung geknüpft ist und Hipparch (wie ich schon an einem anderen Orte gesagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwischen dem J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, so steht der Conjectur nichts entgegen; es ist sehr denkbar, daß der große Astronom von Nicäa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorsatz geleitet wurde, einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck „suo aevo genita" bezieht sich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tychonische Stern 1572 erschien, wurde viel über die Frage gestritten, ob Hipparchs Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden sollte. Tycho war der ersten Meinung (Progymn. p. 319—325). Die Worte „ejusque *motu* ad dubitationem adductus" könnten allerdings auf einen schwach- oder ungeschweiften Cometen leiten, aber die rhetorische Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbestimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chinesische Angabe: im December 123 nach dem Anfang unserer Zeitrechnung, zwischen α Herc. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan-lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 soll ein neuer Stern erschienen sein.)

c) Ein sonderbarer, sehr großer Stern, wieder aus dem Ma-tuan-lin, wie die nächstfolgenden drei. Es erschien derselbe am 10. Dec. 173 zwischen α und β des Centaur, und verschwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot sagt in seiner Uebersetzung successivement. Ein solcher Ausdruck würde fast auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beschriebenen Tychonischen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herschel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (Outlines p. 563): wie Arago einen fast ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern (1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weise deutet (Annuaire pour 1842 p. 347).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis August im Jahr 369.

e) Zwischen λ und φ des Schützen. Im chinesischen Verzeichniß ist diesesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386."

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auflodernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaisers Honorius, im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn selbst gesehen, erzählt. Er verschwand spurlos drei Wochen später*).

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanze dieses Gestirns; aus Ma-tuan-lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 ist zweifelhaft; sicherer ist die Epoche der ersten Hälfte des 10ten Jahr-

*) Andere Angaben setzen die Erscheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Cassini, Mémoires d'Astronomie 1740 (Etoiles nouvelles) p. 30.

ts, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten ben Aſtronomen Haly und Giafar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen n Stern beobachteten, „deſſen Licht dem des Mondes in ſeinen Vierteln geglichen" ſoll! Dieſe Naturbegebenheit fand wieder ſtatt im Scorpion. Der Stern verſchwand nach einem Zeitraum von vier Monaten.

) Die Erſcheinung dieſes Sternes, welcher unter dem Kaiſer Otto dem Großen im r 945 aufgeſtrahlt ſein ſoll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen ugniß des böhmiſchen Aſtronomen Cyprianus Leovitius, der ſeine Nachrichten aus einer andſchriftlichen Chronik geſchöpft zu haben verſichert und der darauf aufmerkſam macht, aß beide Erſcheinungen (in den J. 945 und 1264) zwiſchen den Conſtellationen des Cepheus und der Caſſiopea, der Milchſtraße ganz nahe, eben da ſtattgefunden haben, wo 1572 der Tychoniſche Stern erſchien. Tycho (Progymn. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Cyprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechſelung mit langgeſchweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hepidannus (der im J. 1088 ſtarb und deſſen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Chriſti gehen) wurde 1012 am ſüdlichſten Himmel im Zeichen des Widders vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculos verberans), geſehen. Er ſchien auf wunderbare Weiſe bald größer, bald kleiner; zuweilen ſah man ihn auch gar nicht. „Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo." S. Hepidanni Annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. 1641 p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 201.) Der, von Duchesne und Goldaſt benutzten Handſchrift, welche die Erſcheinung unter das Jahr 1012 ſtellt, hat jedoch die neuere hiſtoriſche Kritik eine andere Handſchrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie ſetzt die Erſcheinung des Sternes in das J. 1006 (ſ. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 81). Auch die Autorſchaft des Hepidannus iſt durch die neuen Forſchungen zweifelhaft geworden. Jenes ſonderbare Phänomen der Veränderlichkeit nennt Chladni den Brand und die Zerſtörung eines Fixſternes. Hind (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hepidannus identiſch ſei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin als in China im Februar 1011 im Schützen zwiſchen σ und φ geſehen verzeichnet. Aber dann müßte ſich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahre, ſondern auch in der Angabe der Conſtellation geirrt haben, in welcher der Stern erſchien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanz des Scorpions. Nach dem chineſiſchen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich." (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chineſiſche Beobachtung aus Ma-tuan-lin, deſſen aſtronomiſche Verzeichniſſe, mit genauer Angabe der Poſition der Cometen und Fixſterne, bis 613 Jahre vor Chr., alſo bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufſteigen. Der neue Stern erſchien Mitte Decembers 1230 zwiſchen Ophiuchus und der Schlange. Er löſte ſich auf Ende März 1231.

n) Es iſt der Stern, deſſen Erſcheinung der böhmiſche Aſtronom Cyprianus Leovitius gedenkt (ſ. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derſelben Zeit (Julius 1264) erſchien ein großer Comet, deſſen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwiſchen Cepheus und Caſſiopea neu auflodernden Sterne hat verwechſelt werden können.

o) Der Tychoniſche Stern vom 11. Nov. 1572 im Thronſeſſel der Caſſiopea; RA. 3° 26', Decl. 63° 3' (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Conſtellation iſt nicht angegeben; aber die Intenſität des Lichts und die Strahlung müſſen außerordentlich geweſen ſein, da das chineſiſche Verzeichniß den Beiſatz darbietet: „ein Stern groß wie die Sonne!"

q) Am 1. Jul. 1584, unweit π des Scorpions; eine chineſiſche Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janſen, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerſt ſeine Aufmerkſamkeit auf

von Jahreszeiten und Tagesstunden abhängige Periodicität. Dieselbe ist sogar in mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölke an bestimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweisen.

Eine besondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit scheint mir der Umstand zu sein, daß fast alle mit einer ungeheuren Lichtstärke, als Sterne erster Größe und selbst stärker funkelnd wie diese, auflodern und daß man sie, wenigstens für das bloße Auge, nicht allmälig an Helligkeit zunehmen sieht. Kepler*) war auf dieses Criterium so aufmerksam, daß er das eitle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski gesehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus sagt: „apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove." Fast ausnahmsweise erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erster Größe aufstrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im Schwan (1600) und im Fuchse (1670), und Hind's neuen Stern 5ter Ordnung im Schlangenträger (1848).

Es ist sehr zu bedauern, daß seit Erfindung des Fernrohrs, wie schon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne gesehen wurden: während daß bisweilen die Erscheinungen sich so zusammendrängten, daß am Ende des 4ten Jahrhunderts in 24 Jahren 4; im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am Ende des 15ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts, in der Tycho-Kepler'schen Periode, in 37 Jahren 6 beobachtet wurden. Ich nehme in diesen Zahlenverhältnissen immer Rücksicht auf die chinesischen Beobachtungen außerordentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem Ausspruch der ausgezeichnetsten Astronomen Vertrauen verdient. Warum unter den in Europa gesehenen Sternen vielleicht der Kepler'sche im Schlangenträger (1604), nicht aber der Tychonische in der Cassiopea (1572) in Ma-tuan-lin's Verzeichnissen aufgeführt ist, weiß ich eben so wenig einzeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B. über die große in China gesehene Lichterscheinung vom Februar 1578 von europäischen Beobachtern nichts berichtet wird. Der Unterschied der Länge (114°) könnte nur in wenigen Fällen die Unsichtbarkeit erklären. Wer je mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt gewesen ist, weiß, daß das Nicht-Anführen von politischen oder Natur-Begebenheiten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein Beweis der Nicht-Existenz solcher Begebenheiten ist, und wenn man die drei verschiedenen chinesischen im Ma-tuan-lin enthaltenen Sternverzeichnisse mit einander vergleicht, so findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495) in dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen fehlen.

Schon ältere Astronomen, Tycho und Kepler, haben, wie neuere, Sir John Herschel und Hind, darauf aufmerksam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in Europa und China beschriebenen neuen Sterne (ich finde $^4/_5$) sich in der Nähe der Milchstraße oder in dieser selbst gezeigt haben. Ist, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrscheinlich ist, ein bloßes Aggregat teleskopischer Sternchen; so fällt Tycho's oben erwähnte Hypothese von der Bildung neu auflodernder Fixsterne aus sich ballendem verdichteten dunstförmigen Himmelsstoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternschichten und Sternschwärmen, falls sie um gewisse centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, ist hier nicht zu bestimmen und gehört in den mythischen Theil der Astrognosie. Unter 21 in der vorstehenden Liste aufgeführten neu erschienenen Sternen sind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Cassiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgestrahlt; aber auch sehr fern von der Milchstraße ist einmal (1012) im Widder ein neuer Stern gesehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler selbst hat

*) *Kepler* de Stella nova in pede Serp. p. 3.

Stern. Er war bei seinem ersten Aufstrahlen nicht 1ster, sondern nur 3ter Größe, und sank am 10. August schon bis zur 5ten Größe herab. Er verschwand nach 3 Monaten, zeigte sich aber wieder den 17. März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Cassini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand seine Helligkeit sehr veränderlich. Der neue Stern sollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demselben Glanze zurückkehren, aber man suchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erschien erst den 29. März desselben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde seitdem nie wieder gesehen. (Jacques Cassini, Elémens d'Astr. p. 69—71.) Diese Erscheinungen trieben Dominique Cassini zum Aufsuchen vorher (von ihm!) nicht gesehener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben, und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Cassiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Oertlichkeiten können sie, da sie ohnedies, wie die zwischen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft sind, hier nicht aufgeführt werden. (Jacques Cassini, Élém. d'Astron. p. 73—77; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 780.)

γ) Seit dem Erscheinen des neuen Sternes im Fuchse vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen sich dargeboten hätte, obgleich in diesem langen Zeitraume der Himmel am sorgfältigsten durchmustert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernröhren und bei Vergleichung mit genaueren Sterncatalogen. Erst am 28. April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Bishop (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: Al. 16ʰ 50ᵐ 59ˢ, südl. Decl. 12° 39′ 16″ für 1848. Bei keinem anderen neu erschienenen Stern ist die Neuheit der Erscheinung und die Unveränderlichkeit seiner Position mit mehr Genauigkeit erwiesen worden. Er ist jetzt (1850) kaum 11ᵐ, und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrscheinlich dem Verschwinden nahe. (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zusammenstellung der seit 2000 Jahren neu erschienenen und wieder verschwundenen Sterne ist vielleicht etwas vollständiger als die, welche bisher gegeben worden sind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterscheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufstrahlen und in mehr oder weniger langer Zeit verschwinden; Sterne, deren Helle einer periodischen, schon jetzt bestimmbaren Veränderlichkeit unterliegt; und Sterne, die, wie η Argûs, auf einmal einen ungewöhnlich wachsenden und unbestimmt wechselnden Lichtglanz zeigen. Alle drei Erscheinungen sind wahrscheinlich ihrer inneren Natur nach nahe mit einander verwandt. Der neue Stern im Schwan (1600), welcher nach dem völligen Verschwinden (freilich für das unbewaffnete Auge!) wieder erschien und ein Stern 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die Verwandtschaft der beiden ersten Arten von Himmelserscheinungen. Den berühmten Tychonischen Stern in der Cassiopea (1572) glaubte man schon in der Zeit, als er noch leuchtete, für identisch mit den neuen Sternen von 945 und 1264 halten zu dürfen. Die dreihundertjährige Periode, welche Goodricke vermuthete (die partiellen Abstände der, numerisch vielleicht nicht sehr sicheren Erscheinungen sind 319 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Pigott auf 150 Jahre reducirt. Arago*) hat gezeigt, wie unwahrscheinlich es sei, daß Tycho's Stern (1572) unter die Zahl der periodisch veränderlichen gehöre. Nichts scheint bisher zu berechtigen alle neu erschienenen Sterne für veränderlich, und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden, zu halten. Ist z. B. das Selbstleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetischen Processes in ihren Photosphären; so kann man sich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwischentreten sogenannter kosmischer Gewölke anzunehmen) diesen Lichtproceß als mannigfaltig verschieden: einmalig oder periodisch, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrend, denken. Die electrischen Lichtprocesse unseres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreise oder als Polar-Ausströmungen sich darstellend, zeigen neben vieler unregelmäßig scheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewisse

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 332.

eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letzte Classe von Erscheinungen, von der in unseren Tagen ein großer Stern im Schwane ein merkwürdiges Beispiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in schon erforschten und gemessenen Perioden die Rede ist, nicht behandelt. Es ist wichtig drei große siderale Naturphänomene, deren Zusammenhang noch nicht erkannt worden ist, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von sogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längst bekannten, vormals in gleichförmiger Intensität leuchtenden Fixsternen. Wir verweilen zuerst ausschließlich bei der ersten Form der Veränderlichkeit: wovon das am frühesten genau beobachtete Beispiel (1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Wallfisches, dargeboten ward. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13. August als einen 3ter Größe beobachtet und im October desselben Jahres verschwunden sehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Francker, Johann Phocylides Holwarda. Dieser Entdeckung folgte in demselben Jahrhundert noch die zweier andrer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari, und χ Cygni (1687), von Kirch beschrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derselben Classe haben seit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Interesse für diese so complicirte Gruppe von Erscheinungen auf das lebhafteste angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und bei meinem Streben, in diesem Werke die numerischen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigste Frucht aller Beobachtung, so darlegen zu können, wie sie in dem dermaligen Zustande der Wissenschaft erforscht sind: habe ich die freundliche Hülfe des Astronomen in Anspruch genommen, welcher sich unter unsern Zeitgenossen mit der angestrengtesten Thätigkeit und dem glänzendsten Erfolge dem Studium der periodisch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt; und seinen handschriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und großentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden ist.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne ist allerdings roth oder röthlich, keineswegs aber sind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Medusenhaupte), auch β Lyrae und ε Aurigae. Etwas gelblich ist η Aquilae und in noch geringerem Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, besonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther seien als beim Zunehmen der Helligkeit, scheint ungegründet. Ob in dem Doppelstern α Herculis, in welchem der große Stern von Sir William Herschel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird, dieser kleine Begleiter, zu 5ter bis 7ter geschätzt, selbst auch veränderlich ist; scheint sehr problematisch. Struve*) selbst sagt auch nur: suspicor minorem esse variabilem. Veränderlichkeit ist keineswegs an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil sehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden ist. Dieselbe ist auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der brittischen Association), welchen wegen seiner außerordentlichen Röthe William Herschel 1782 den Granatstern genannt hat.

---

*) Vergl. Mädler, Astr. S. 438 Note 12 mit Struve, Stellarum compos. Mensurae microm. p. 97 und 98 Stern 2140. „Ich glaube," sagt Argelander, „daß es sehr schwierig ist, in einem lichtstarken Fernrohr die Helligkeit so überaus verschiedener Sterne, als es die beiden Componenten von α Herculis sind, richtig zu *schätzen*. Meine Erfahrung ist entscheidend gegen die Veränderlichkeit des Begleiters: da ich α Herculis bei vielfachen Tagesbeobachtungen in den Fernröhren der Meridiankreise zu Abo, Helsingfors und Bonn, nie einfach gesehen habe; was doch wohl der Fall gewesen sein würde, wenn der Begleiter im Minimum 7ter Größe wäre. Ich halte diesen constant für 5 oder 5,6."

den von Fabricius 1596 am Halse des Wallfisches als auflodernd beschriebenen und im October desselben Jahres für ihn verschwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt diese Position ebenfalls für einen Gegengrund an (Kepler de Stella nova Serp. p. 112). Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in denselben Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions und der Cassiopea sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate lang geleuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden. Er erschien wieder 1655: und zwar, wie beim ersten Auflodern, in 3ter Größe; um bis zu 6ter zu schwinden, ohne nach Argelanders Beobachtungen in die Classe periodisch veränderlicher Sterne zu treten.

Verschwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzählung der sogenannten verschwundenen Sterne ist von Wichtigkeit für das Aufsuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrscheinlicherweise zu unserem Sonnensystem gehören; aber trotz der Genauigkeit der neuen Positions-Verzeichnisse teleskopischer Fixsterne und der neuen Sternkarten ist die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Stern an dem Himmel wirklich seit einer bestimmten Epoche verschwunden ist, doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reductions- und Druckfehler*) entstellen oft die besten Cataloge. Das Verschwinden der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt gesehen, kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwächung des Lichtprocesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre sein, daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen. Die Idee der Zerstörung, des Ausbrennens von unsichtbar werdenden Sternen gehört der Tycheischen Zeit an. Auch Plinius fragt in der schönen Stelle über Hipparch: „stellae ne obirent nascerenturve." Der ewige scheinbare Weltwechsel des Werdens und Vergehens ist nicht Vernichtung, sondern Uebergang der Stoffe in neue Formen; in Mischungen, die neue Processe bedingen. Dunkele Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufstrahlen.

Periodisch veränderliche Sterne. — Da an der Himmelsdecke sich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet: daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß scheinbare Bewegung haben, eben so allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch

---

*) S. über Beispiele von nicht verschwundenen Sternen Argelander in Schumacher's Astronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines Beispiels aus dem Alterthum zu gedenken, ist hier zu erinnern, wie die Nachlässigkeit, mit der Aratus sein poetisches Sternverzeichniß angefertigt hat, zu der oft erneuerten Frage führte: ob Wega der Leyer ein neuer oder in langen Perioden veränderlicher Stern sei. Aratus sagt nämlich, die Constellation der Leier habe nur kleine Sterne. Auffallend ist es allerdings, daß Hipparch in dem Commentar diesen Irrthum nicht bezeichnet, da er doch den Aratus wegen seiner Angaben von der relativen Lichtstärke der Sterne der Cassiopea und des Schlangenträgers tadelt. Eine dieses ist aber nur zufällig und nichts beweisend; denn da Aratus auch dem Schwane nur Sterne „von mittlerem Glanze" zuschreibt, so widerlegt Hipparch (I, 14) ausdrücklich diesen Irrthum, und setzt hinzu, daß der helle Stern am Schwanze (Deneb) an Lichtstärke der Leier (Wega) wenig nachstehe. Ptolemäus setzt Wega unter die Sterne erster Ordnung, und in den Catasterismen des Eratosthenes (cap. 25) wird Wega λευκόν καὶ λαμπρόν genannt. Würde man bei den vielen Ungenauigkeiten eines die Sterne nicht selbst beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimessen wollen, daß Wega der Leier (Fidicula des Plinius XVIII, 25) erst zwischen den Jahren 272 und 127 vor unserer Zeitrechnung, zwischen Aratus und Hipparch, ein Stern erster Größe geworden sei?

Persei folgen zunächst δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 T. 4 St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min.). Die längste Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydrae Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabilis Aquarii von 388 T., Serpentis S von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 T. Bei mehreren Veränderlichen ist es ganz entschieden, daß sie geschwinder zu- als abnehmen; am auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Abnehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem Verhältniß eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in verschiedenen Epochen ihrer Lichtwrocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Annahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden; wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's Astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer *). Für die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel †) aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neueren Beobachtungen noch mehr außer Zweifel ‡) gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abnehmen

---

*) „Wenn ich," sagt Argelander, „das kleinste Licht des Algol 1800 Januar 1. um 18 St. 1 Min. mittlerer Pariser Zeit für die 0 Epoche annehme, so erhalte ich die Dauer der Perioden für:

— 1987 .. 2 T. 20 St. 48 M. ...	59,416 ...	+ 0,316
— 1406	58,737	+ 0,094
— 825	58,393	+ 0,175
+ 751	58,454	+ 0,039
+ 2328	58,193	+ 0,096
+ 3885	57,971	+ 0,045
+ 5441	55,182	+ 0,348

In dieser Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: nennt man die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nächst vorhergehende — 1, die nächst folgende + 1 u. s. w.; so war die Dauer zwischen dem — 1987 und — 1986 genau 2 T. 20 St. 48 Min. 59,416 Sec., die Dauer zwischen + 5441 und + 5442 aber 2 T. 20 St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entspricht dem Jahre 1784, dieses dem Jahre 1842.

Die hinter dem ± Zeichen stehenden Zahlen sind die wahrscheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer rascher wird, zeigen sowohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen seit 1847."

†) Argelander's Formel zur Darstellung aller Beobachtungen der Maxima von Mira Ceti ist nach seiner Mittheilung diese:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 10,5 T. Sin. $\left(\frac{360°}{11}E + 86° 23'\right)$ + 18,2 T. Sin. $\left(\frac{720}{11}E + 251° 42'\right)$ + 33,9 T. Sin. $\left(\frac{450}{25}E + 170° 19'\right)$ + 65,3 T. Sin. $\left(\frac{180°}{11}E + 6° 37'\right)$:

wo E die Anzahl der seit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben sind. Für das jetzt laufende Jahr folgt darnach das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 36115,65 T. + 8,44 T. — 12,21 T. + 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 51.

Was am meisten für diese Formel zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß mit ihr auch die Beobachtung der Maximums von 1596 (Kosmos Buch II. S. 340) dargestellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Das scheint das Gesetz der Lichtveränderung dieses Sternes so complicirt zu sein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das sehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (fast 25) abweichen ist."

‡) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Universs. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

nen begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt ſich bei δ Cephei; es iſt in ſo fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortſchreitet, ſondern, nachdem ſie anfangs ziemlich raſch geweſen iſt, nach einiger Zeit ein Stillſtand oder wenigſtens eine ſehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder raſcher wird. Es iſt als wenn bei einigen Sternen das Licht gehindert werde, ſich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten ſehr wahrſcheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8^1/_2$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im Ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von ſehr kurzen als von ſehr langen Perioden herrſche, iſt ſchwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieſer Periode ſelbſt. Um bei langen Perioden zu beginnen, müſſen χ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerſt betrachtet werden. Bei χ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Vorausſetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrſcheinlichſten iſt, bis auf 39,4 T. Wenn auch von dieſen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeſchrieben wird, ſo bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $^1/_{14}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti*), in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; ſie gehen ſo weit, ſelbſt wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberückſichtigt läßt. Beſchränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; ſo erhält man $^1/_8$, alſo im Vergleich mit χ Cygni eine faſt doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, iſt dieſelbe gewiß noch größer, vielleicht $^1/_5$. Die veränderlichen Sterne mit ſehr kurzen Perioden ſind erſt ſeit wenigen Jahren (ſeit 1840 und noch ſpäter) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: ſo daß, auf ſie angewandt, das hier behandelte Problem noch ſchwerer zu löſen iſt. Es ſcheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große Abweichungen ſich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) ſind ſie nur auf $^1/_{10}$ oder $^1/_{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $^1/_{27}$ oder $^1/_{30}$ geſtiegen; aber dieſe Unterſuchung iſt bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae ſind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni gar nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden ſich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu ſein, ſcheint verneint werden zu müſſen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen ſolche giebt, welche zuweilen eine ſehr ſtarke, zuweilen eine ſehr ſchwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. variabilis Scuti); ſo ſcheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewiſſen Zeiten ſo gering iſt, daß wir ſie mit unſeren beſchränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört variabilis Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter 179⅝ ward der Stern völlig unſichtbar; ſpäter erſchien er wieder, und ſeine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Weſtphal fanden ſeine Helligkeit 1817 faſt ganz conſtant, bis 1824 wieder Olbers ſeinen Lichtwechſel beobachten konnte. Die Conſtanz trat nun wieder ein und wurde vom Auguſt 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometenſucher nicht mehr ſichtbar, erſchien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni ſeine gewöhnliche 6te Größe. Er hat ſie ſeitdem behalten, wenn man kleine und nicht ſehr ſichere Schwankungen abrechnet. Zu dieſer räthſelhaften Claſſe von Sternen gehört auch variabilis Aquarii, und vielleicht Janſon's und Kepler's Stern im Schwan von 1600, deſſen wir bereits unter den neu erſchienenen Sternen gedacht haben.

*) Zu den früheſten ernſten Beſtrebungen, die mittlere zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Caſſini, der Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti: Elémens d'Astronomie 1740 p. 66–69.

Persei folgen zunächst δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 T. 4 St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min.). Die längste Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydrae Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabilis Aquarii von 388 T., Serpentis 8 von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 T. Bei mehreren Veränderlichen ist es ganz entschieden, daß sie geschwinder zu- als abnehmen; am auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Abnehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem Verhältniß eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in verschiedenen Epochen ihrer Lichtprocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden; wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's Astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer*). Für die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel†) aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel‡) gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abneh-

---

*) „Wenn ich," sagt Argelander, „das kleinste Licht des Algol 1800 Januar 1. um 18 St. 1 Min. mittlerer Pariser Zeit für die 0 Epoche annehme, so erhalte ich die Dauer der Perioden für:

—1987 .. 2 T. 20 St. 48 M. ..	59,416 ..	± 0,316
—1406	58,737	± 0,094
— 825	58,393	± 0,175
+ 751	58,454	± 0,039
+2328	58,193	± 0,096
+3885	57,971	± 0,045
+5441	55,182	± 0,348

In dieser Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: nennt man die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nächst vorhergehende — 1, die nächst folgende + 1 u. s. w.; so war die Dauer zwischen dem — 1987 und — 1986 genau 2 T. 20 St. 48 Min. 59,416 Sec., die Dauer zwischen + 5441 und + 5442 aber 2 T. 20 St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entspricht dem Jahre 1784, dieses dem Jahre 1842.

Die hinter dem ± Zeichen stehenden Zahlen sind die wahrscheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer rascher wird, zeigen sowohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen seit 1847."

†) Argelander's Formel zur Darstellung aller Beobachtungen der Maxima von Mira Ceti ist nach seiner Mittheilung diese:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 18,5 T. $\sin.\left(\frac{360°}{11}E+86°\,23'\right)$ + 18,2 T. $\sin.\left(\frac{1·360°}{11}+231°\,42'\right)$ + 33,9 T. $\sin.\left(\frac{4·360°}{27}E+170°\,19'\right)$ + 45,3 T. $\sin.\left(\frac{1·360°}{11}E+6°\,37'\right)$:

wo E die Anzahl der seit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben sind. Für das jetzt laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 36115,65 T. + 8,44 T. — 12,21 T. + 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 54.

Was am meisten für diese Formel zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Kosmos Bnd II. S. 368) dargestellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch scheint das Gesetz der Lichtveränderung dieses Sternes so complicirt zu sein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das sehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (fast 24) abgewichen ist."

‡) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Universs. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

men begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet, sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen Sternen das Licht gehindert werde, sich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten sehr wahrscheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8^1/_2$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im Ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von sehr kurzen als von sehr langen Perioden herrsche, ist schwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieser Periode selbst. Um bei langen Perioden zu beginnen, müssen χ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerst betrachtet werden. Bei χ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Voraussetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrscheinlichsten ist, bis auf 39,4 T. Wenn auch von diesen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeschrieben wird, so bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $^1/_{14}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti*), in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; sie gehen so weit, selbst wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberücksichtigt läßt. Beschränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; so erhält man $^1/_8$, also im Vergleich mit χ Cygni eine fast doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, ist dieselbe gewiß noch größer, vielleicht $^1/_5$. Die veränderlichen Sterne mit sehr kurzen Perioden sind erst seit wenigen Jahren (seit 1840 und noch später) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: so daß, auf sie angewandt, das hier behandelte Problem noch schwerer zu lösen ist. Es scheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große Abweichungen sich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) sind sie nur auf $^1/_{16}$ oder $^1/_{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $^1/_{27}$ oder $^1/_{30}$ gestiegen; aber diese Untersuchung ist bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae sind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni gar nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden sich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu sein, scheint verneint werden zu müssen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen solche giebt, welche zuweilen eine sehr starke, zuweilen eine sehr schwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. variabilis Scuti); so scheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewissen Zeiten so gering ist, daß wir sie mit unseren beschränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört variabilis Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter $179^5/_6$ ward der Stern völlig unsichtbar; später erschien er wieder, und seine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Westphal fanden seine Helligkeit 1817 fast ganz constant, bis 1824 wieder Olbers seinen Lichtwechsel beobachten konnte. Die Constanz trat nun wieder ein und wurde vom August 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometensucher nicht mehr sichtbar, erschien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni seine gewöhnliche 6te Größe. Er hat sie seitdem behalten, wenn man kleine und nicht sehr sichere Schwankungen abrechnet. Zu dieser räthselhaften Classe von Sternen gehört auch variabilis Aquarii, und vielleicht Janson's und Kepler's Stern im Schwan von 1600, dessen wir bereits unter den neu erschienenen Sternen gedacht haben.

*) Zu den frühesten ernsten Bestrebungen, die mittlere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Cassini, in Eléments d'Astronomie 1740 p. 66–69.

Tabelle über die veränderlichen Sterne von Fr. Argelander.

No.	Bezeichnung des Sterns.	Dauer der Periode. T.	St.	Min.	Helligkeit im Maxim. Gr.	Gr.	Minim. Gr.	Gr.	Name des Entdeckers und Jahr der Entdeckung.	
1	o Ceti	331	20	—	4 bis 2	.1	0		Holwarda	1639
2	β Persei	2	20	49		2.3	4		Montanari	1669
3	χ Cygni	406	1	30	6.7 bis	4	0		Gottfr. Kirch	1687
4	30 Hydrae Hev.	495	—	—	5 „	4	0		Maraldi	1704
5	Leonis R, 420 M.	312	18	—		5	0		Koch	1782
6	η Aquilae	7	4	14		3.4	5.4		E. Pigott	1784
7	β Lyrae	12	21	45		3.4	4.5		Goodricke	1784
8	δ Cephei	5	8	49		4.3	5.4		Goodricke	1784
9	α Herculis	66	8	—		3	3.4		Wilh. Herschel	1795
10	Coronae R	323	—	—		6	0		E. Pigott	1795
11	Scuti R	71	17	—	6.5 bis	5.4	9 bis 6		E. Pigott	1795
12	Virginis R	145	21	—	7 „	6.7	0		Harding	1809
13	Aquarii R	388	13	—	9 „	6.7	0		Harding	1810
14	Serpentis R	359	—	—		6.7	0		Harding	1826
15	Serpentis S	367	5	—	8 „	7.8	0		Harding	1828
16	Cancri R	380	—	—		7	0		Schwerd	1829
17	α Cassiopeae	79	3	—		2	3.2		Birt	1831
18	α Orionis	196	0	—		1	1.2		John Herschel	1836
19	α Hydrae	55	—	—		2	2.3		John Herschel	1837
20	ε Aurigae		?			3.4	4.5		Heis	1846
21	ζ Geminorum	10	3	35		4.3	5.4		Schmidt	1847
22	β Pegasi	40	23	—		2	2.3		Schmidt	1848
23	Pegasi P	350	—	—		8	0		Hind	1848
24	Cancri S		?			7.8	0		Hind	1848

Bemerkungen.

Die 0 in der Columne für das Minimum bedeutet, daß der Stern zur Zeit desselben schwächer als 10ter Größe ist. Um die kleineren veränderlichen Sterne, die meistens weder Namen noch sonstige Bezeichnungen haben, einfach und bequem angeben zu können, habe ich mir erlaubt ihnen Buchstaben beizulegen: und zwar, da die griechischen und kleinen lateinischen zum großen Theile schon von Bayer gebraucht worden sind, die des großen Alphabets.

Außer den in der Tabelle aufgeführten giebt es fast noch eben so viele Sterne, die der Veränderlichkeit verdächtig sind, indem sie von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Größen angeführt werden. Da diese Schätzungen aber nur gelegentliche und nicht mit großer Schärfe ausgeführt waren, auch verschiedene Astronomen verschiedene Grundsätze beim Schätzen der Größen haben; so scheint es sicherer solche Fälle nicht zu berücksichtigen, bis derselbe Beobachter zu verschiedenen Zeiten entschiedene Veränderlichkeit gefunden hat. Bei allen in der Tafel angegebenen ist dies der Fall; und ihr periodischer Lichtwechsel ist sicher, auch wo die Periode selbst noch nicht hat bestimmt werden können. Die angegebenen Perioden beruhen zum größten Theil auf eigenen Untersuchungen sämmtlicher bekannt gewordener älterer und meiner über 10 Jahre umfassenden noch ungedruckten Beobachtungen. Ausnahmen werden in den folgenden Notizen über die einzelnen Sterne angegeben werden.

In diesen gelten die Positionen für 1850 und sind in gerader Aufsteigung und Abweichung ausgedrückt. Der oft gebrauchte Ausdruck Stufe bedeutet einen Unterschied in der Helligkeit, welcher sich noch sicher mit bloßen Augen erkennen läßt, oder für die mit unbewaffnetem Auge unsichtbaren Sterne durch einen Fraunhofer'schen Cometensucher von 24 Zoll Brennweite. Für die helleren Sterne über 6ter Größe beträgt eine Stufe ungefähr den 10ten Theil des Unterschiedes, um welchen die auf einander folgenden Größenclassen

von einander verschieden sind; für die kleineren Sterne sind die gebräuchlichen Größenclassen betrutrud enger.

1) o Ceti, AR. 32° 57′, Decl. — 3° 40′; auch wegen seines wunderbaren Lichtwechsels, der an diesem Sterne zuerst wahrgenommen wurde, Mira genannt. Schon in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts erkannte man die Periodicität dieses Sterns, und Bouliaud bestimmte die Dauer der Periode auf 333 Tage; indeß fand man auch zugleich, daß diese Dauer bald länger, bald kürzer sei, so wie daß der Stern in seinem größten Lichte bald heller, bald schwächer erscheine. Dies hat nun die Folgezeit vollkommen bestätigt. Ob der Stern jemals ganz unsichtbar wird, ist noch nicht entschieden; man hat ihn zuweilen 11ter oder 12ter Größe zur Zeit des Minimums gesehen, zu anderen Zeiten mit 3- und 4füßigen Fernröhren nicht sehen können. So viel ist gewiß, daß er eine lange Zeit schwächer als 10ter Größe ist. Es sind aber überhaupt über dies Stadium nur wenige Beobachtungen vorhanden; die meisten beginnen erst, wenn er als 6ter Größe dem bloßen Auge sich zu zeigen anfängt. Von diesem Zeitpunkte nimmt der Stern nun anfangs rasch, dann langsamer, zuletzt kaum merklich an Helligkeit zu; dann wieder, erst langsam, nachher rascher, ab. Im Mittel dauert die Zeit der Lichtzunahme von der 6ten Größe an 50, die der Lichtabnahme bis zur genannten Helligkeit 69 Tage: so daß der Stern also ungefähr 4 Monate mit bloßen Augen sichtbar ist. Allein dies ist nur die mittlere Dauer der Sichtbarkeit; zuweilen hat sie sich auf 5 Monate gesteigert, während sie zu anderen Zeiten nur 3 Monate gewesen ist. Eben so ist auch die Dauer der Lichtzu- und Abnahme großen Schwankungen unterworfen, und jene zuweilen langsamer als diese: wie im Jahre 1840, wo der Stern 62 Tage brauchte, um bis zur größten Helligkeit zu kommen, und in 49 Tagen von dieser bis zur Unsichtbarkeit mit bloßen Augen herabsank. Die kürzeste beobachtete Dauer des Wachsens fand im Jahre 1679 mit 30 Tagen statt; die längste, von 67 Tagen, ward im Jahre 1709 beobachtet. Die Lichtabnahme dauerte am längsten im Jahre 1839, nämlich 91 Tage; am kürzesten im Jahre 1660, nämlich nur 52 Tage. Zuweilen verändert der Stern zur Zeit seiner größten Helligkeit diese einen Monat lang kaum merklich, zu andern Zeiten läßt sich schon nach wenigen Tagen eine Veränderung deutlich wahrnehmen. Bei einigen Erscheinungen hat man, nachdem der Stern einige Wochen an Helligkeit abgenommen hatte, während mehrerer Tage einen Stillstand oder wenigstens eine kaum merkliche Lichtabnahme wahrgenommen; so im Jahre 1678 und 1847.

Die Helligkeit im Maximum ist, wie schon erwähnt, auch keineswegs immer dieselbe. Bezeichnet man die Helligkeit der schwächsten mit bloßen Augen sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran (α im Stier), eines Sterns 1ster Größe, mit 50: so hat die Helligkeit von Mira im Maximum zwischen 20 und 47 geschwankt, d. h. zwischen der Helligkeit der Sterne 4ter und 1ster bis 2ter Größe; die mittlere Helligkeit ist 28 oder die des Sterns γ Ceti. Aber fast noch unregelmäßiger hat sich die Dauer der Periode gezeigt; im Mittel beträgt dieselbe 331 Tage 20 Stunden, ihre Schwankungen aber steigen bis auf einen Monat: denn die kürzeste von Einem Maximum bis zum nächsten verflossene Zeit war nur 306 Tage, die längste dagegen 367 Tage. Und noch auffallender werden diese Unregelmäßigkeiten, wenn man die einzelnen Erscheinungen des größten Lichtes selbst mit denjenigen vergleicht, welche statt finden sollten, wenn man diese Maxima unter Annahme einer gleichförmigen Periode berechnet. Die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung steigen dann auf 50 Tage; und zwar zeigt es sich, daß diese Unterschiede mehrere Jahre hinter einander nahe von derselben Größe und nach derselben Seite hin sind. Dies deutet offenbar auf eine Störung in den Lichterscheinungen hin, welche eine sehr lange Periode hat. Die genauere Rechnung hat aber erwiesen, daß man mit Einer Störung nicht ausreicht, sondern mehrere annehmen muß, die freilich aus derselben Ursache herrühren können: und zwar eine, die nach 11; eine 2te, die nach 88; eine 3te, die nach 176; und eine 4te, die erst nach 264 Einzel-Perioden wiederkehrt. Danach entsteht die S. 474 Anm. †) angeführte Sinus-Formel, mit welcher nun die einzelnen Maxima sehr nahe stimmen, obgleich immer noch Abweichungen vorhanden sind, die sich durch Beobachtungsfehler nicht erklären lassen.

2) β Persei, Algol; AR. 44° 36′, Decl. + 40° 22′. Obgleich Geminiano Montanari schon im Jahre 1667 die Veränderlichkeit dieses Sterns bemerkt und Maraldi sie gleichfalls beobachtet hatte, fand doch erst Goodricke im Jahre 1782 die Regelmäßigkeit derselben. Der Grund hiervon ist wohl darin zu suchen, daß der Stern nicht wie die meisten übrigen veränderlichen allmälig an Helligkeit ab- und zunimmt, sondern während 2 Tagen 13

ganz regelmäßigen Verlauf des Lichtwechsels gezeigt. Im Minimum hält seine Helligkeit die Mitte zwischen ν und υ desſelben Sternbildes, im Maximum erreicht ſie die von ν nicht völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Hellerwerden und 5 T. 6 St. zum Abnehmen.

22) β Pegasi, AR. 344° 7′, Decl. + 27° 16′. Die Periode iſt ſchon ziemlich gut beſtimmt, über den Gang des Lichtwechſels läßt ſich aber noch nichts ſagen.

23) Pegasi R, AR. 344° 47′, Decl. + 9° 43′.

24) Cancri S, AR. 128 50, Decl. + 19 34.

Ueber beide Sterne iſt noch nichts zu ſagen.

Bonn, im Auguſt 1850. **Fr. Argelander.**

Veränderung des Sternlichtes in unerforſchter Periodicität.—Bei der wiſſenſchaftlichen Ergründung wichtiger Naturerſcheinungen im Kosmos, ſei es in der tellu-riſchen oder in der ſideriſchen Sphäre, gebietet die Vorſicht, nicht allzu früh mit einander zu verketten, was noch in ſeinen nächſten Urſachen in Dunkel gehüllt iſt. Deshalb unterſcheiden wir gern: neu erſchienene und wieder gänzlich verſchwundene Sterne (in der Caſſiopea 1572); neu erſchienene und nicht wieder verſchwundene (im Schwan 1600); veränderliche mit erforſchten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intenſität ſich verändert, ohne daß in dieſem Wechſel bisher eine Periodicität entdeckt worden iſt (η Argûs). Es iſt keineswegs unwahrſcheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß dieſe drei Arten der Erſcheinungen*) ganz ähnliche Urſachen in der Photoſphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben. Wie wir die Schilderung der neuen Sterne mit der ausgezeichnetſten dieſer Claſſe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötzlichen Erſcheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; ſo beginnen wir, von denſelben Gründen geleitet, die Darſtellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforſchter Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodiſchen Helligkeits-Schwankungen von η Argûs. Dieſer Stern liegt in der großen und prachtvollen Conſtellation des Schiffes, der „Freude des ſüdlichen Himmels.“ Schon Halley, als er 1677 von ſeiner Reiſe nach der Inſel St. Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechſel der Sterne des Schiffes Argo, beſonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (σανίδιαχη und χατάστρωμα), deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte†); aber bei der Ungewißheit der Stern-Poſitionen der Alten, bei den vielen Varianten der Handſchriften des Almageſt und den unſicheren Schätzungen der Lichtſtärke konnten dieſe Zweifel zu keinen Reſultaten führen. Halley hatte η Argûs 1677 4ter, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu ſeiner früheren ſchwächeren Intenſität zurück, denn Burchell fand ihn während ſeines Aufenthalts im ſüdlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane ſahen ihn 1822 bis 1826 2ter; Burchell, der ſich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Braſilien befand, 1ter, ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahr ging der Stern wieder zu 2ter zurück. So fand ihn Burchell in der braſilianiſchen Stadt Goyaz am 29. Febr. 1828, ſo führen ihn Johnſon und Taylor von 1829 bis 1833 in ihren Verzeichniſſen auf. Auch Sir John Herſchel ſchätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwiſchen 2ter und 1ter.

Als nämlich am 16. December 1837 dieſer berühmte Aſtronom eben ſich zu photometriſchen Meſſungen von einer Unzahl teleſcopiſcher Sterne 11ter bis 16ter rüſtete, welche den herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erſtaunte er dieſen oft vorher beobachteten Stern zu einer ſolchen Intenſität des Lichtes angewachſen zu finden, daß er faſt dem Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erſter Größe außer Canopus und Sirius an Glanz

*) Newton (Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterſcheidet nur zwei Arten dieſer ſideriſchen Erſcheinungen: „Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt, quaeque paulatim crescunt, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere.“ Dieſe Erklärung des Lichtwechſels hatte ſchon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Periode, mit welcher Periodicität vorausgeſetzt werden muß, die wichtigen Betrachtungen von Sir John Herſchel in der Capreiſe § 261.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 128.

sinkt nun in 3 T. 12 St. wieder zur geringsten Helligkeit hinab, so daß er in 12 T. 21 St. 36 Min. 40 Sec. seinen ganzen Lichtwechsel durchläuft. Diese Dauer der Periode gilt aber nur für die Jahre 1840 bis 1844; früher ist sie kürzer gewesen: im Jahre 1784 um 2½ Stunde, 1817 und 1818 um mehr als eine Stunde; und jetzt zeigt sich deutlich wieder eine Verkürzung derselben. Es ist also nicht zweifelhaft, daß auch bei diesem Sterne die Störung der Periode sich durch eine Sinus-Formel wird ausdrücken lassen.

8) δ Cephei, AR. 335° 54′, Decl. + 57° 39′; zeigt von allen bekannten Sternen in jeder Hinsicht die größte Regelmäßigkeit. Die Periode von 5 T. 8 St. 47 Min. 39½ Sec. stellt alle Beobachtungen von 1784 bis jetzt innerhalb der Beobachtungsfehler dar; und durch solche können auch die kleinen Verschiedenheiten erklärt werden, welche sich in dem Gange des Lichtwechsels zeigen. Der Stern ist im Minimum ¾ Stufen heller als ε, im Maximum gleich dem Sterne ε desselben Sternbildes; er braucht 1 T. 15 St., um von jenem zu diesem zu steigen, dagegen mehr als das Doppelte dieser Zeit, nämlich 3 T. 18 St., um wieder zum Minimum zurückzukommen; von dieser letzteren Zeit verändert er sich aber 8 Stunden lang fast gar nicht und einen ganzen Tag lang nur ganz unbedeutend.

9) α Herculis, AR. 256° 57′, Decl. + 14° 34′; ein sehr rother Doppelstern, dessen Lichtwechsel in jeder Hinsicht sehr unregelmäßig ist. Oft verändert er sein Licht Monate lang fast gar nicht, zu andern Zeiten ist er im Maximum um 5 Stufen heller als im Minimum; daher ist auch die Periode noch sehr unsicher. Der Entdecker hatte sie zu 63 Tagen angenommen; ich anfänglich zu 95, bis eine sorgfältige Berechnung meiner sämmtlichen Beobachtungen während 7 Jahren mir jetzt die im Texte angesetzte Periode gegeben hat. Heis glaubt die Beobachtungen durch eine Periode von 184,9 Tagen mit 2 Maximis und 2 Minimis darstellen zu können.

10) Coronae R, AR. 235° 36′, Decl. + 28° 37′. Der Stern ist nur zeitweise veränderlich; die angegebene Periode ist von Koch berechnet worden aus seinen eigenen Beobachtungen, die leider verloren gegangen sind.

11) Scuti R, AR. 279° 52′, Decl. — 5° 51′. Die Helligkeits-Schwankungen dieses Sterns bewegen sich zuweilen nur innerhalb weniger Stufen, während er zu anderen Zeiten von der 5ten bis zur 9ten Größe hinabsinkt. Er ist noch zu wenig beobachtet worden, um zu entscheiden, ob in diesen Abwechselungen eine bestimmte Regel herrscht. Eben so ist auch die Dauer der Periode bedeutenden Schwankungen unterworfen.

12) Virginis R, AR. 187° 43′, Decl. + 7° 49′. Er hält seine Periode und Helligkeit im Maximum mit ziemlicher Regelmäßigkeit ein; doch kommen Abweichungen vor, die mir zu groß scheinen, um sie allein Beobachtungsfehlern zuschreiben zu können.

13) Aquarii R, AR. 354° 11′, Decl. — 16° 6′.

14) Serpentis R, AR. 235 57, Decl. + 15 36.

15) Serpentis S, AR. 228 40, Decl. + 14 52.

16) Caneri R, AR. 122 6, Decl. + 12 9.

Ueber diese vier Sterne, die nur höchst dürftig beobachtet sind, läßt sich wenig mehr sagen, als die Tabelle giebt.

17) α Cassiopeae, AR. 8° 0′, Decl. + 55° 43′. Der Stern ist sehr schwierig zu beobachten; der Unterschied zwischen Maximum und Minimum beträgt nur wenige Stufen, und ist außerdem eben so variabel als die Dauer der Periode. Aus diesem Umstande sind die sehr verschiedenen Angaben für dieselbe zu erklären. Die angegebene, welche die Beobachtungen von 1782 bis 1849 genügend darstellt, scheint mir die wahrscheinlichste zu sein.

18) α Orionis, AR. 86° 46′, Decl. + 7° 22′. Auch dieses Sterns Lichtwechsel beträgt vom Minimum zum Maximum nur 4 Stufen; er nimmt während 91½ Tage zu an Helligkeit, während 104½ ab, und zwar vom 20sten bis 70sten Tage nach dem Maximum ganz unmerklich. Zeitweise ist seine Veränderlichkeit noch geringer und kaum zu bemerken. Er ist sehr roth.

19) α Hydrae, AR. 140° 3′, Decl. — 8° 1′; ist von allen veränderlichen am schwierigsten zu beobachten, und die Periode noch ganz unsicher. Sir John Herschel giebt sie zu 29 bis 30 Tagen an.

20) ε Aurigae, AR. 72° 48′, Decl. + 43° 36′. Der Lichtwechsel dieses Sterns ist entweder sehr unregelmäßig, oder es finden während einer Periode von mehreren Jahren mehrere Maxima und Minima statt, was erst nach Verlauf vieler Jahre wird entschieden werden können.

21) ζ Geminorum, AR. 103° 48′ Decl. + 20° 47′. Dieser Stern hat bis jetzt einen

änderlichkeit des Sternlichtes beschäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842 bis 1850 zu Aachen von mir angestellten Beobachtungen," schreibt Herr Heis, „ergab sich die Reihenfolge: 1) ε Ursae maj. oder Alioth, 2) α oder Dubhe, 3) η oder Benetnasch, 4) ζ oder Mizar, 5) β, 6) γ, 7) δ. In den Helligkeits-Unterschieden dieser 7 Sterne sind sich nahe gleich ε, α und η: so daß ein nicht ganz reiner Zustand der Luft die Reihenfolge unsicher machen kann; ζ ist entschieden schwächer als die drei genannten. Die beiden Sterne β und γ, beide merklich schwächer als ζ, sind unter einander fast gleich; δ endlich, in älteren Karten von gleicher Größe mit β und γ angegeben, ist um mehr als eine Größenordnung schwächer als diese Sterne. Veränderlich ist bestimmt ε. Obgleich der Stern in der Regel heller als α ist, so habe ich ihn doch in 3 Jahren 5mal entschieden schwächer als α gesehen. Auch β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne bestimmte Perioden angeben zu können. Sir John Herschel fand in den Jahren 1840 und 1841 β Ursae min. viel heller als den Polarstern, während daß schon im Mai 1846 das Entgegengesetzte von ihm beobachtet wurde. Er vermuthet Veränderlichkeit in β*). Ich habe seit 1843 der Regel nach Polaris schwächer als β Ursae min. gefunden, aber von October 1843 bis Julius 1849 wurde nach meinen Verzeichnissen Polaris zu 14 Malen größer als β gesehen. Daß wenigstens die Farbe des letztgenannten Sterns nicht immer gleich röthlich ist, davon habe ich mich häufig zu überzeugen Gelegenheit gehabt; sie ist zuweilen mehr oder weniger gelb, zuweilen recht entschieden roth†). Alle mühevollen Arbeiten über die relative Helligkeit der Gestirne werden dann erst an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung endlich einmal durch Messungs-Methoden, welche auf die Fortschritte der neueren Optik‡) gegründet sind, ersetzt werden kann. Die Möglichkeit ein solches Ziel zu erreichen darf von Astronomen und Physikern nicht bezweifelt werden.

Bei der wahrscheinlich großen physischen Aehnlichkeit der Lichtprocesse in allen selbstleuchtenden Gestirnen (in dem Centralkörper unseres Planetensystems und den fernen Sonnen oder Fixsternen) hat man längst mit Recht darauf hingewiesen ||), wie bedeutungs- und ahndungsvoll der periodische oder unperiodische Lichtwechsel der Sterne ist für die Klimatologie im allgemeinen, für die Geschichte des Luftkreises, d. i. für die wechselnde Wärmemenge, welche unser Planet im Lauf der Jahrtausende von der Ausstrahlung der Sonne empfangen hat; für den Zustand des organischen Lebens und dessen Entwickelungsformen unter verschiedenen Breitengraden. Der veränderliche Stern am Halse des Wallfisches (Mira Ceti) geht von der 2ten Größe bis zur 11ten, ja bis zum Verschwinden herab; wir haben eben gesehen, daß η des Schiffes Argo von der 4ten Größe bis zur 1sten, und unter den Sternen dieser Ordnung bis zum Glanz von Canopus, fast bis zu dem von Sirius sich erhoben hat. Wenn je auch nur ein sehr geringer Theil der hier geschilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab- oder aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von anderen Sonnen verschieden sein?); so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder Belebung der Lichtprocesse doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unsere Planeten gehabt haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erd-Revolutionen erforderlich sind. William Herschel und Laplace haben zuerst diese Betrachtungen angeregt. Wenn ich hier bei denselben länger verweilt bin, so ist es nicht darum geschehen, weil ich in ihnen ausschließlich die Lösung der großen Probleme der Wärme-Veränderung auf un-

*) Capreise § 259 No. 260.

†) Heis in handschr. Notizen vom Mai 1850. Vgl. auch Capreise p. 325 und P. von Boguslawski, Uranus für 1848 p. 186. (Die behauptete Veränderlichkeit von η, α und δ Ursae maj. ist auch bestätigt in Outlines p. 559.) Ueber die Reihenfolge der Sterne, welche vermöge ihrer Nähe nach und nach den Nordpol bezeichnen werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier, der prachtvollste aller möglichen Polarsterne, die Stelle einnehmen wird, s. Mädler, Astr. S. 432.

‡) Kosmos Buch III. S. 433.

||) William Herschel on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186; Sir John Herschel in den Capreis p. 350–352 wie auch in Mary Somerville's vortrefflicher Schrift: Connexion of the Physical Sciences 1846 p. 407.

übertraf. Am 2. Januar 1838 hatte er dieſes Mal das Maximum ſeiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald ſchwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er ſich in der Abnahme, doch immer als Stern 1ᵐ; dann, beſonders im April 1843, nahm wieder das Licht ſo zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja faſt dem Sirius gleich wurde *). Dieſe hier bezeichnete Licht-Intenſität hat der Stern faſt noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die aſtronomiſche Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küſte von Chili geſchickt hat, ſchreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit ſeinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars iſt, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächſten, und iſt heller als das vereinigte Licht von α Centauri" †). Seit der Erſcheinung im Schlangenträger 1604 iſt kein Fixſtern zu einer ſolchen Lichtſtärke und in einer langen Dauer von nun ſchon 7 Jahren aufgeſtrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des ſchönen Sterns im Schiffe haben, hat derſelbe in der Vermehrung und Verminderung ſeiner Intenſität 8 bis 9 Oſcillationen gehabt. Es iſt, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodiſchen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall geweſen, daß die Erſcheinung in die Epoche der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herſchel gefallen iſt.

Bei mehreren anderen, ſowohl iſolirten Fixſternen als von Struve beobachteten Doppelſternen (Stellarum compos. Mensurae microm. p. LXXI—LXXIII), ſind ähnliche, noch nicht periodiſch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Beiſpiele, die wir uns hier anzuführen begnügen, ſind auf wirkliche, von demſelben Aſtronomen zu verſchiedenen Zeiten angeſtellten photometriſche Schätzungen und Meſſungen gegründet, keineswegs aber auf die Buchſtabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat in der Abhandlung de fide Uranometriae Bayerianae 1842 p. 15 ſehr überzeugend erwieſen, daß Bayer gar nicht den Grundſatz befolgt, die hellen Sterne mit den früheren Buchſtaben zu bezeichnen, ſondern im Gegentheil in derſelben Größenclaſſe die Buchſtaben in Reihenfolge der Lage ſo vertheilte, daß er gewöhnlich vom Kopf der Figur in jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Buchſtabenreihe in Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an die Lichtveränderungen verbreitet von α Aquilae, von Caſtor der Zwillinge und Alphard der Waſſerſchlange.

Struve (1838) und Sir John Herſchel ſahen Capella an Licht zunehmen. Der letztere findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er ſie vorher immer für ſchwächer annahm ‡). Eben ſo auch Galle und Heis in jetziger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, alſo mehr als eine halbe Größenclaſſe, ſchwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Sterne in den Conſtellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen beſondere Aufmerkſamkeit. „Der Stern η Ursae majoris," ſagt Sir John Herſchel, „iſt jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Großen Bären der vorleuchtendſte, wenn 1837 noch ε unbeſtreitbar den erſten Rang einnahm." Dieſe Bemerkung hat mich veranlaßt, Herrn Heis, der ſich ſo warm und umſichtig mit der Ver-

*) Vergl. Sir John Herſchel in der Capreiſe §. 71–78 und Outlines of Astr. §. 830 (Kosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

†) Brief des Aſtronomen der Sternwarte zu Waſhington Lieut. Gilliß an Dr. Flügel, Conſul der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu Leipzig, (Handſchrift). Die 8 Monate lang dauernde, ungetrübte Reinheit und Durchſichtigkeit der Atmoſphäre in Santiago de Chile iſt ſo groß, daß Lieut. Gilliß in dem erſten in Amerika conſtruirten großen Fernrohr von 6½ Zoll Oeffnung (conſtruirt von Henry Fitz in New-York und William Young in Philadelphia) den 6ten Stern im Trapezium des Orion deutlich erkannte.

‡) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 334, 350 note 1 und 440. (Ueber ältere Beobachtungen von Capella und Wega ſ. William Herſchel in den Philos. Transact. 1797 p. 307, 1799 p. 121 und in Bode's Jahrbuch für 1810 S. 148.) Argelander hegt dagegen vielen Zweifel über die Veränderlichkeit der Capella und der Bärenſterne.

aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinens, wenn sie dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erster Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendsten das an sich schon reiche Bild des gestirnten Himmels, ich hätte fast gesagt dessen landschaftlichen Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne hängt geschichtlich ganz mit den Fortschritten zusammen, welche die Beobachtungskunst durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieser Bewegung wurde erst möglich, als man das Fernrohr mit getheilten Instrumenten verband; als von der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerst mit großer Anstrengung Tycho auf der Insel Hveen seinen Beobachtungen zu geben vermochte, man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und von Theilen dieser Secunde herabstieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getrennte Resultate mit einander vergleichen konnte. Eine solche Vergleichung stellte Halley mit den Positionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie sie Ptolemäus in seinen Hipparchischen Catalogus, also vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte sich durch dieselbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den eben genannten drei Fixsternen zu verkündigen *). Die große und verdiente Achtung, welche selbst noch lange nach den Beobachtungen von Flamsteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen Rectascensionen gespendet wurde, regte Tobias Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Piazzi (1800) an, Römer's Beobachtungen mit den späteren zu vergleichen †). Die eigene Bewegung der Sterne wurde dergestalt schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numerischen Bestimmungen dieser Classe von Erscheinungen verdankte man erst 1783 der großen Arbeit von William Herschel, auf Flamsteeds Beobachtungen ‡) gegründet, wie in noch weit höherem Grade Bessel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Positionen für 1755 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat für die physische Astronomie eine um so höhere Wichtigkeit, als dieselbe zu der Kenntniß der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems durch die sternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieser Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fortschreitende Bewegung der Fixsterne so gering wäre, daß sie allen unseren Messungen entginge. Das eifrige Bestreben, diese Bewegung in Quantität und Richtung, die Parallaxe der Fixsterne und ihre Entfernung zu ergründen, hat am meisten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optischen Instrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometrischen Hülfsmittel, die Beobachtungskunst auf den Punkt zu erheben, zu dem sie sich, bei scharfsinniger Benutzung von großen Meridiankreisen, Refractoren und Heliometern (vorzugsweise seit dem Jahre 1830), emporgeschwungen hat.

Die Quantität der gemessenen eigenen Bewegung wechselt, wie wir schon im Eingange dieses Abschnitts bemerkt, von dem 20sten Theil einer Secunde bis zu fast 8″. Die leuchtenderen Sterne haben großentheils dabei schwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und 7ter Größe ‖). Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegung offenbart haben, sind: Arcturus 1ᵐ (2″,25); α Centauri 1ᵐ (3″,58 ¶); μ Cassiopeae 0ᵐ

*) Halley, in den Philos. Transact. for 1717–1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog sich aber bloß auf die Variationen in der Breite; Jacques Cassini fügte zuerst Variationen in der Länge hinzu (Arago im Annuaire pour 1842 p. 387).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 658; derselbe in der Hist. de l'Astr. au 18ᵐᵉ siècle p. 448

‡) Philos Transact. Vol. LXXIII p. 138.

‖) Bessel im Jahrbuch von Schumacher für 1839 S. 38; Arago, Annuaire pour 1842 p. 389.

¶) S. über α Cent. Henderson und Maclean in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p. [illegible] und Piazzi Smyth in den Edinb. Transact. Vol. XVI. 447. Die Eigenbewegung des Arcturus, 2″,[illegible] (Baily in denselben Memoirs Vol. V. p. 165), kann, als die eines sehr hellen Sternes, im Vergleich mit Aldebaran: 0″,185 (Mädler, Centralsonne S. [illegible]) und α Lyrae: 0″,400, groß genannt werden. Unter den Sternen erster Größe macht α Centauri mit der sehr starken Eigenbewegung 3″,58 eine sehr merkwürdige Ausnahme. Die eigene Bewegung des Doppelstern-

rem Erdkörper suche. Auch die primitive hohe Temperatur des Planeten, in seiner Bildung und der Verdichtung der sich ballenden Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten; die Verstärkung electrischer Ströme; eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den frühesten Epochen des Erdelebens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

V.

Eigene Bewegung der Fixsterne. — Problematische Existenz dunkler Weltkörper. — Parallaxe. — Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. — Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel.

Neben den Veränderungen der Lichtstärke zeigt der Fixsternhimmel, als solcher und im Widerspruch mit seiner Benennung, auch Veränderungen durch die perpetuirlich fortschreitende Bewegung der einzelnen Fixsterne. Es ist schon früher daran erinnert worden, wie, ohne daß dadurch im allgemeinen das Gleichgewicht der Sternsysteme gestört werde, sich kein fester Punkt am ganzen Himmel befindet; wie von den hellen Sternen, welche die ältesten unter den griechischen Astronomen beobachtet haben, keiner seinen Platz im Weltraume unverändert behauptet hat. Die Ortsveränderung ist in zweitausend Jahren bei Arctur, bei μ der Cassiopea und bei einem Doppelstern im Schwan durch Anhäufung der jährlichen eigenen Bewegung auf $2^1/_2$, $3^1/_2$ und 6 Vollmond-Breiten angewachsen. Nach dreitausend Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort um 1° und mehr verändert haben*). Da nun die gemessenen eigenen Bewegungen der Fixsterne von $^1/_{20}$ bis 7,7 Secunden steigen (also im Verhältniß von wenigstens 1 : 154 verschieden sind), so bleiben auch der relative Abstand der Fixsterne unter einander und die Configuration der Constellationen in langen Perioden nicht dieselben. Das südliche Kreuz wird in der Gestalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, nicht immer am Himmel glänzen: da die 4 Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geschwindigkeit eines verschiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtausende bis zur völligen Auflösung verfließen werden, ist nicht zu berechnen. In den Raumverhältnissen und in der Zeitdauer giebt es kein absolutes Großes und Kleines.

Will man unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammenfassen, was an dem Himmel sich verändert und was im Lauf der Jahrhunderte den physiognomischen Charakter der Himmelsdecke, den Anblick des Firmaments an einem bestimmten Orte, modificirt; so muß man aufzählen als wirksame Ursachen solcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdachse, durch deren gemeinsame Wirkung neue Sterne am Horizont aufsteigen, andere unsichtbar werden; 2) die periodische und unperiodische Veränderung der Lichtstärke vieler Fixsterne; 3) das Auflodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben sind; 4) das Kreisen telescopischer Doppelsterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt. Zwischen diesen sich langsam und ungleich in Lichtstärke und Position verändernden sogenannten Fixsternen vollenden ihren schnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zusammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen sich also außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixsternen 40 bis jetzt (October 1860) aufgefundene planetarische Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunst Tycho waren nur 7 bekannt. Fast 200 berechnete Cometen, deren 5 von kurzem Umlauf und innere, d. h. zwischen den Bahnen der Lexxplaneten eingeschlossene, sind, hätten hier ebenfalls noch als planetarische Körper

*) Encke, Betrachtungen über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 12 (Kosmos Buch III. S. 207); Mädler, Astr. S. 445.

aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinens, wenn sie dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erster Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendsten das an sich schon reiche Bild des gestirnten Himmels, ich hätte fast gesagt dessen landschaftlichen Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne hängt geschichtlich ganz mit den Fortschritten zusammen, welche die Beobachtungskunst durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieser Bewegung wurde erst möglich, als man das Fernrohr mit getheilten Instrumenten verband; als von der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerst mit großer Anstrengung Tycho auf der Insel Hveen seinen Beobachtungen zu geben vermochte, man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und von Theilen dieser Secunde herabstieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getrennte Resultate mit einander vergleichen konnte. Eine solche Vergleichung stellte Halley mit den Positionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie sie Ptolemäus in seinen Hipparchischen Catalogus, also vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte sich durch dieselbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den eben genannten drei Fixsternen zu verkündigen *). Die große und verdiente Achtung, welche selbst noch lange nach den Beobachtungen von Flamsteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen Rectascensionen gespendet wurde, regte Tobias Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Piazzi (1800) an, Römer's Beobachtungen mit den späteren zu vergleichen †). Die eigene Bewegung der Sterne wurde dergestalt schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numerischen Bestimmungen dieser Classe von Erscheinungen verdankte man erst 1783 der großen Arbeit von William Herschel, auf Flamsteeds Beobachtungen ‡) gegründet, wie in noch weit höherem Grade Bessel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Positionen für 1755 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat für die physische Astronomie eine um so höhere Wichtigkeit, als dieselbe zu der Kenntniß der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems durch die sternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieser Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fortschreitende Bewegung der Fixsterne so gering wäre, daß sie allen unseren Messungen entginge. Das eifrige Bestreben, diese Bewegung in Quantität und Richtung, die Parallaxe der Fixsterne und ihre Entfernung zu ergründen, hat am meisten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optischen Instrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometrischen Hülfsmittel, die Beobachtungskunst auf den Punkt zu erheben, zu dem sie sich, bei scharfsinniger Benutzung von großen Meridiankreisen, Refractoren und Heliometern (vorzugsweise seit dem Jahre 1830), emporgeschwungen hat.

Die Quantität der gemessenen eigenen Bewegung wechselt, wie wir schon im Eingange dieses Abschnitts bemerkt, von dem 20sten Theil einer Secunde bis zu fast 8″. Die leuchtenderen Sterne haben großentheils dabei schwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und 7ter Größe ‖). Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegung offenbart haben, sind: Arcturus 1^{m} (2″,25); α Centauri 1^{m} (3″,58 ¶); μ Cassiopeae 6^{m}

*) Halley, in den Philos. Transact. for 1717–1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog sich aber bloß auf die Variationen in der Breite; Jacques Cassini fügte zuerst Variationen in der Länge hinzu (Arago im Annuaire pour 1842 p. 387).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 658; derselbe in der Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 448

‡) Philos Transact. Vol. LXXIII p. 138.

‖) Bessel im Jahrbuch von Schumacher für 1839 S. 38; Arago, Annuaire pour 1842 p. 389.

¶) S. über α Cent. Henderson und Maclear in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p. 61 und Piazzi Smyth in den Edinb. Transact. Vol. XVI. 447. Die Eigenbewegung des Arcturus, 2″,25 (Baily in denselben Memoirs Vol. V. p. 165), kurz, als die eines sehr hellen Sternes, im Vergleich mit Aldebaran: 0″,185 (Mädler, Centralsonne S. 11), und α Lyrae: 0″,400, groß genannt werden. Unter den Sternen erster Größe macht α Centauri mit der sehr starken Eigenbewegung 3″,58 eine sehr merkwürdige Ausnahme. Die eigene Bewegung des Doppelstern-

(3″,74); der Doppelstern δ des Eridanus 5.4ᵐ (4″,08); der Doppelstern 61 des Schwans 5.6ᵐ (5″,123), von Bessel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobachtungen anerkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde*) und des Großen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarsterne von Groombridge 7ᵐ (nach Argelander 6″,974); ε Indi (7″,74) nach D'Arrest†); 2151 Puppis des Schiffes 6ᵐ (7″,871). Das arithmetische Mittel‡) der einzelnen Eigenbewegungen der Fixsterne aus allen Zonen, in welche Mädler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0″,102 übersteigen.

Eine wichtige Untersuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius" hat Bessel, dem größten Astronomen unserer Zeit, im Jahr 1844, also kurz vor dem Beginnen seiner tödtlichen, schmerzhaften Krankheit, die Ueberzeugung aufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den vervollkommnetsten Instrumenten bemerkbar werden, Theile von Systemen sind, welche, vergleichungsweise mit den großen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beschränkt sind." Dieser Glaube an die Existenz von Doppelsternen, deren einer ohne Licht ist, war in Bessel, wie meine lange Correspondenz mit ihm bezeugt, so fest, daß sie, bei dem großen Interesse, welches ohnedies jede Erweiterung der Kenntniß von der physischen Beschaffenheit des Fixsternhimmels erregt, die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog. „Der anziehende Körper," sagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixsterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse in sehr kleiner Entfernung von der Sonne sich in den Bewegungen unseres Planetensystems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewiesen||)." In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte scherzend einige Besorgniß über die Gespensterwelt der dunklen Gestirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein eben so zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft statt findet und daß die Kräfte nach den Newtonischen Gesetzen wirken."

Ein Jahr nach Bessel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlassung die Untersuchung über die Anomalien von Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Ertel'schen Meridian-Fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Resultat ist nach der Meinung von Struve und Fuß¶) gegen die Bessel'sche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Bessel'schen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikanischen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Existenz nicht leuchtender Sterne war schon im griechischen Alterthume und besonders in der frühesten christlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwischen den feurigen Sternen, die sich von den Dünsten nähren, sich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unsichtbar bleiben**)." Das völlige Verlöschen der

Systems des Schwans beträgt nach Bessel (Schum. Astr. Nachr. Bd. XVI. S. 93) 5″,123.

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 455.

†) A. a. O. No. 618 S. 276. D'Arrest gründet das Resultat auf Vergleichungen von Lacaille (1750) mit Brisbane (1823) und von Brisbane mit Taylor (1830). Der Stern 2151 Puppis des Schiffes hat Eigenbewegung 7″,871 und ist 6ᵐ (Maclear in Mädler's Unters. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 5).

‡) Schum. Astr. Nachr. No. 661 S. 201.

||) A. a. O. No. 514–516.

¶) Struve, Etudes d'Astr. stellaire, Texte p. 47, Notes p. 26 und 51–57; Sir John Herschel, Outl. § 859 und 860.

**) Origenes in Gronov. Thesaur. T. X p. 271.

gelangten durch ihre Arbeit zu der sehr richtigen Vermuthung, daß die Parallaxe jenes Fixsterns geringer als eine halbe Secunde sei *). Noch in den Jahren 1815 und 1816 war Bessel, wie er sich selbst ausdrückt, „zu keinem annehmbaren Resultate" gekommen †). Erst die Beobachtungen von Aug. 1837 bis Oct. 1838 führten ihn durch Benutzung des 1829 aufgestellten großen Heliometers zu der Parallaxe von 0″,3483, der ein Abstand von 592200 Erdweiten und ein Lichtweg von 9¼ Jahren entsprechen. Peters bestätigte (1842) diese Angabe, indem er 0″,3490 fand, aber später das Bessel'sche Resultat durch Wärme-Correction in 0,″3744 umwandelte ‡).

Die Parallaxe des schönsten Doppelsternes am südlichen Himmel, α Centauri, ist durch Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung von Henderson 1832, von Maclear 1839 zu 0″,9128 bestimmt worden ||). Er ist demnach der nächste aller bisher gemessenen Fixsterne, dreimal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae ist lange der Gegenstand der Beobachtungen von Struve gewesen. Die früheren Beobachtungen (1836) gaben ¶) zwischen 0″,07 und 0″,18: später 0″,2613 und einen Abstand von 771400 Erdweiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren **); aber Peters hat den Abstand dieses hellleuchtenden Sternes noch viel größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu 0″,103 angiebt. Dieses Resultat contrastirt mit einem anderen Stern 1ᵐ (α Centauri) und einem 6ᵐ (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarsterns ist von Peters nach vielen Vergleichungen in den Jahren 1818 bis 1838 zu 0″,106 bestimmt worden, und um so befriedigender, als sich aus denselben Vergleichungen die Aberration 20″,455 ergiebt ††).

Die Parallaxe von Arcturus ist nach Peters 0″,127 (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise hatten sie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erster Größe, Capella, ist noch geringer: nach Peters 0″,046.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von 0″,226, nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 sehr genau beobachteten Zenithal-Distanzen. Faye hatte sie 5mal größer (1″,08) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri ‡‡).

---

*) Arago in der Connaissance des tems pour 1834 p. 281: „Nous observâmes avec beaucoup de soin, Mr. Mathieu et moi, pendant le mois d'août 1812 et pendant le mois de novembre suivant, la hauteur angulaire de l'étoile audessus de l'horizon de Paris. Cette hauteur, à la seconde époque, ne surpasse la hauteur angulaire à la première que de 0″,66. Une parallaxe absolue d'une seule seconde aurait nécessairement amené entre ces deux hauteurs une différence de 1″,2. Nos observations n'indiquent donc pas que le rayon de l'orbite terrestre, que 39 millions de lieues soient vus de la 61ᵉ du Cygne sous un angle de plus d'*une demi-seconde*. Mais une base vue perpendiculairement soutend un angle d'une demi-seconde quand on en est éloigné de 412 mille fois sa longueur. Donc la 61ᵉ du Cygne est *au moins* à une distance de la Terre égale à 412 mille fois 39 millions de lieues."

†) Bessel veröffentlichte in Schum. Jahrb. 1839 S. 39–49 und in den Astr. Nachr. No. 366 das Resultat 0″,3136 als eine erste Annäherung. Sein schließliches späteres Resultat war 0″,3483 (Astr. Nachr. No. 402 in Bd. XVII. S. 274). Peters fand durch eigene Beobachtung fast identisch 0″,3490 (Struve, Astr. stell. p. 99). Die Aenderung, welche nach Bessel's Tode Prof. Peters mit der Bessel'schen Berechnung der durch das Königsberger Heliometer erhaltenen Winkelmessungen gemacht hat, beruht darauf, daß Bessel (Astr. Nachr. Bd. XVII. S. 267) versprach, den Einfluß der Temperatur auf die Resultate des Heliometers einer nochmaligen Untersuchung zu unterwerfen. Das hat er allerdings auch theilweise in dem 1sten Bande seiner Astronomischen Untersuchungen gethan, er hat aber die Temperatur-Correction nicht auf Parallaxen-Beobachtungen angewandt. Diese Anwendung ist von Peters (Ergänzungsheft zu den Astr. Nachr. 1849 S. 56) geschehen, und dieser ausgezeichnete Astronom findet durch die Temperatur-Correctionen 0″,3744 statt 0″,3483.

‡) Diese 0″,3744 geben nach Argelander: Abstand des Doppelsterns 61 Cygni von der Sonne 550900 mittlere Abstände der Erde von der Sonne, oder 1139400 Millionen Meilen; eine Distanz, die das Licht in 3177 mittleren Tagen durchläuft. Durch die drei auf einander folgenden Angaben der Bessel'schen Parallaxe: 0″,3136; 0″,3483 und 0″,3744, ist uns (ähnlich) der berühmte Doppelstern allmälig näher gekommen, zu Lichtwegen von 10,9¼ und 8⁷/₁₀ Jahren.

||) Sir John Herschel, Outlines p. 545 und 546. Mädler (Astr. S. 425) giebt für α Cent. statt 0″,9128 die Parallaxe 0″,9213.

¶) Struve, Stell. compos. Mens. microm. p. CLXIX–CLXXII. Airy hält die Parallaxe von α Lyrae, welche Peters schon bis 0″,1 vermindert hat, für noch kleiner: d. h. für zu gering, um für unsere jetzigen Instrumente meßbar zu sein. (Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. X. p. 270.)

**) Struve über Micrometer-Messungen im großen Refractor der Dorpater Sternwarte (Oct. 1839) in Schum. Astr. Nachr. No. 396 S. 178.

††) Peters in Struve, Astr. stell. p. 100.

‡‡) A. a. O. p. 101.

stelle siano sparse in una sferica superficie *egualmente distanti da un centro;* ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talchè quando si trovasse col Telescopio *qualche piccolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori*, e che però quella fusse altissima, *potrebbe accadere, che qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro.*" Mit dem copernicanischen Weltsysteme war dazu noch gleichsam die Forderung gegeben, durch Messungen numerisch den Wechsel der Richtung nachzuweisen, welchen die halbjährige Ortsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne in der Lage der Fixsterne hervorbringen müsse. Da die von Kepler so glücklich benutzten Tychonischen Winkel-Bestimmungen, wenn sie gleich bereits (wie schon einmal bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-Minute erreichten, noch keine parallactische Veränderung in der scheinbaren Position der Fixsterne zu erkennen gaben; so diente den Copernicanern lange als Rechtfertigung der beruhigende Glaube, daß der Durchmesser der Erdbahn ($41^1/_3$ Millionen geogr. Meilen) zu gering sei in Verhältniß der übergroßen Entfernung der Fixsterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe mußte demnach als abhängig erkannt werden von der Vervollkommnung der Seh- und Meßinstrumente und von der Möglichkeit sehr kleine Winkel mit Sicherheit zu bestimmen. So lange man nur einer Minute gewiß war, bezeugte die nicht bemerkte Parallaxe nur, daß die Fixsterne über 3438 Erdweiten (Halbmesser der Erdbahn, Abstand der Erde von der Sonne) entfernt sein müssen*). Diese untere Grenze der Entfernungen stieg bei der Sicherheit einer Secunde in den Beobachtungen des großen Astronomen James Bradley bis 206265; sie stieg in der glänzenden Epoche Fraunhofer'scher Instrumente (bei unmittelbarer Messung von ohngefähr dem 10ten Theil einer Bogen-Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Bestrebungen und so scharfsinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen von Newton's großem Zeitgenossen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Picard, Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bearbeitete, und Flamsteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden gefunden zu haben, weil sie die eigenen Bewegungen der Sterne mit den wahren parallactischen Veränderungen verwechselten. Dagegen war der scharfsinnige John Michell (Phil. Tr. 1767 Vol. LVII. p. 234—264) der Meinung, daß die Parallaxen der nächsten Fixsterne geringer als 0″,02 sein müßten und dabei nur „durch 1200malige Vergrößerung erkennbar" werden könnten. Bei der sehr verbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns immer eine geringere Entfernung andeuten müsse, wurden Sterne erster Größe: Wega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegenstand nicht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem verdienstvollen Piazzi (1805). Sie sind denen beizuzählen, welche (1815) Brinkley in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre später von Pond und besonders von Airy widerlegt wurden. Eine sichere, befriedigende Kenntniß von Parallaxen beginnt erst, auf micrometrische Abstands-Messungen gegründet, zwischen den Jahren 1832 und 1838.

Obgleich Peters†) in seiner wichtigen Arbeit über die Entfernung der Fixsterne (1846) die Zahl der schon aufgefundenen Parallaxen zu 33 angiebt, so beschränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die ein größeres, doch aber sehr ungleiches Vertrauen verdienen und die wir nach dem ohngefähren Alter ihrer Bestimmungen aufführen:

Den ersten Platz verdient der durch Bessel so berühmt gewordene 61ste Stern im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Astronom hat schon 1812 die große eigene Bewegung, aber erst 1838 die Parallaxe dieses Doppelsternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung des Heliometers bestimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu machten von August 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlreicher Beobachtungen, indem sie zur Auffindung der Parallaxe die Entfernung des Sterns 61 Cygni vom Scheitelpunkt maßen. Sie

*) Bessel in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 5 und 11.

†) Struve, Astr. stell. p. 104.

Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit gleich; denn die von der Geschwindigkeit des Lichts verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus diesen Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr. Meilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute Größe des Halbmessers der Bahn, und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halbmesser sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und seine Parallare ableiten*).

Wie die Bestimmung der Parallare uns über die Abstände einer geringen Zahl von Fixsternen und über die ihnen anzuweisende Stelle im Weltraume belehrt; so leitet die Kenntniß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, welche die relative Lage selbstleuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von einander abhängige Probleme: die der Bewegung des Sonnensystems†) und der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Was sich bisher nur sehr unvollständig auf Zahlenverhältniß zurückführen läßt, ist schon deshalb nicht geeignet den ursachlichen Zusammenhang mit Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das erste, besonders nach Argelander's trefflichen Untersuchungen, mit einem gewissen Grade befriedigender Bestimmtheit gelöst werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von Mädler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich ausgleichenden Kräfte, nach dem eigenen Geständniß dieses Astronomen‡) in der unternommenen Lösung, „aller Evidenz eines vollständigen, wissenschaftlich genügenden Beweises."

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdachse, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactischen Veränderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne ist. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in seiner großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung der Translation des Sonnensystems und gewissermaßen auch die Angabe der vorzüglichsten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt," heißt es dort‖), „daß unser Planetensystem seinen Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist; so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen abhangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennen wird."

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst, zuerst die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fand, was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden ist

*) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56–69 und p. 163–171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

†) Kosmos Buch I. S. 72 und Anm.

‡) Mädler, Astronomie S. 414.

‖) Arago hat (Annuaire pour 1842 p. 247) zuerst auf diese merkwürdige Stelle Bradley's aufmerksam gemacht. Vergl. in demselben Annuaire den Aufsatz über die Translation des ganzen Sonnensystems p. 378–399.

daß unſer Sonnenſyſtem ſich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Unterſuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 45′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß*) fällt die geſuchte Stelle in ein Viereck, deſſen Endpunkte ſind: RA. 258° 40,′ Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′; 259° 13′ + 31° 9′; 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu verſuchen, welches Reſultat man erhalten würde, wenn man allein ſolche Sterne der ſüdlichen Hemiſphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieſer Unterſuchung hat Galloway einen beſonderen Fleiß gewidmet. Er hat ſehr neue Beſtimmungen (1830) von Johnſon auf St. Helena und von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Beſtimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Reſultat†) iſt geweſen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23′; alſo für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′ und 260° 33′ + 34° 20′. Dieſe Uebereinſtimmung mit den Reſultaten aus den nördlichen Sternen iſt überaus befriedigend.

Iſt demnach die Richtung der fortſchreitenden Bewegung unſeres Sonnenſyſtems innerhalb mäßiger Grenzen beſtimmt worden, ſo entſteht ſehr natürlich die Frage: ob die Fixſternwelt, gruppenweiſe vertheilt, nur aus neben einander beſtehenden Partial-Syſtemen zuſammengeſetzt ſei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreiſen aller ſelbſtleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Maſſe ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müſſe. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: ſolcher, denen man zwar eine wiſſenſchaftliche Form geben kann, die aber keineswegs, bei der Unvollſtändigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren ſich andere Theile der Aſtronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematiſchen Behandlung ſolcher ſchwer löslichen Probleme ſteht beſonders entgegen unſere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenloſen Menge ſehr kleiner Sterne (10ᵐ—14ᵐ), welche vornehmlich in dem ſo wichtigen Theile der Sternſchicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchſtraße, zwiſchen hellleuchtenden zerſtreut erſcheinen. Die Betrachtung unſerer Planetenkreiſe, in welchen man von den kleinen Partial-Syſtemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnenſyſteme, aufſteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man ſich die Fixſterne auf eine analoge Weiſe, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwiſchenräume geſchieden, wiederum (in höherer Beziehung ſolcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer eigenen Weltſonne) unterworfen denken könne‡). Die hier berührte, auf die Analogie unſeres Sonnenſyſtems geſtützte Schlußfolge iſt aber durch die bisher beobachteten Thatſachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreiſen zwei oder mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne (Sonnen) nicht um einander, ſondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unſerem Planetenſyſteme in ſo fern etwas ähnliches ſtatt, als die Planeten ſich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers ſelbſt, ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller Maſſen des Syſtems bewegen. Dieſer gemeinſame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieſer Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieſes Umfanges‖). Der

---

*) Nach einem Briefe an mich, ſ. Schum. Aſtr. Nachr. No. 622 S. 348.

†) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

‡) Von dem Werth und Unwerth ſolcher Anſichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnenſyſtems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

‖) Vergl. Kosmos Buch I. S. 72 und Anm. — (Mädler, Aſtr. S. 400).

Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit gleich; denn die von der Geschwindigkeit des Lichts verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus diesen Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr. Meilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute Größe des Halbmessers der Bahn, und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halbmesser sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und seine Parallare ableiten*).

Wie die Bestimmung der Parallare uns über die Abstände einer geringen Zahl von Fixsternen und über die ihnen anzuweisende Stelle im Weltraume belehrt; so leitet die Kenntniß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, welche die relative Lage selbstleuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von einander abhängige Probleme: die der Bewegung des Sonnensystems†) und der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Was sich bisher nur sehr unvollständig auf Zahlenverhältnisse zurückführen läßt, ist schon deshalb nicht geeignet den ursachlichen Zusammenhang mit Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das erste, besonders nach Argelander's trefflichen Untersuchungen, mit einem gewissen Grade befriedigender Bestimmtheit gelöst werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von Mädler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich ausgleichenden Kräfte, nach dem eigenen Geständniß dieses Astronomen‡) in der unternommenen Lösung, „aller Evidenz eines vollständigen, wissenschaftlich genügenden Beweises."

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdachse, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactischen Veränderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne ist. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in seiner großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung der Translation des Sonnensystems und gewissermaßen auch die Angabe der vorzüglichsten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt," heißt es dort ||), „daß unser Planetensystem seinen Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist; so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen abhangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennen wird."

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst, zuerst die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fand, was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden ist:

*) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56–69 und p. 162–171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

†) Kosmos Buch I. S. 72 und Anm.

‡) Mädler, Astronomie S. 414.

||) Arago hat (Annuaire pour 1842 p. 281) zuerst auf diese merkwürdige Stelle Bradley's aufmerksam gemacht. Vergl. in demselben Annuaire den Aufsatz über die Translation des ganzen Sonnensystems p. 389–399.

daß unſer Sonnenſyſtem ſich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Unterſuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 45′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß*) fällt die geſuchte Stelle in ein Viereck, deſſen Endpunkte ſind: RA. 258° 40′ Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′; 259° 13′ + 31° 9′; 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu verſuchen, welches Reſultat man erhalten würde, wenn man allein ſolche Sterne der ſüdlichen Hemiſphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieſer Unterſuchung hat Galloway einen beſonderen Fleiß gewidmet. Er hat ſehr neue Beſtimmungen (1830) von Johnſon auf St. Helena und von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Beſtimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Reſultat†) iſt geweſen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23′; alſo für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′ und 260° 33′ + 34° 20′. Dieſe Uebereinſtimmung mit den Reſultaten aus den nördlichen Sternen iſt überaus befriedigend.

Iſt demnach die Richtung der fortſchreitenden Bewegung unſeres Sonnenſyſtems innerhalb mäßiger Grenzen beſtimmt worden, ſo entſteht ſehr natürlich die Frage: ob die Fixſternwelt, gruppenweiſe vertheilt, nur aus neben einander beſtehenden Partial-Syſtemen zuſammengeſetzt ſei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreiſen aller ſelbſtleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Maſſe ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müſſe. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: ſolcher, denen man zwar eine wiſſenſchaftliche Form geben kann, die aber keineswegs, bei der Unvollſtändigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren ſich andere Theile der Aſtronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematiſchen Behandlung ſolcher ſchwer lösbaren Probleme ſteht beſonders entgegen unſere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenloſen Menge ſehr kleiner Sterne (10ᵐ—14ᵐ), welche vornehmlich in dem ſo wichtigen Theile der Sternſchicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchſtraße, zwiſchen helleuchtenden zerſtreut erſcheinen. Die Betrachtung unſerer Planetenkreiſe, in welchen man von den kleinen Partial-Syſtemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnenſyſteme, aufſteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man ſich die Fixſterne auf eine analoge Weiſe, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwiſchenräume geſchieden, wiederum (in höherer Beziehung ſolcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer eigenen Weltſonne) unterworfen denken könne‡). Die hier berührte, auf die Analogie unſeres Sonnenſyſtems geſtützte Schlußfolge iſt aber durch die bisher beobachteten Thatſachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreiſen zwei oder mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne (Sonnen) nicht um einander, ſondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unſerem Planetenſyſteme in ſo fern etwas ähnliches ſtatt, als die Planeten ſich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers ſelbſt, ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller Maſſen des Syſtems bewegen. Dieſer gemeinſame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieſer Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieſes Umfanges||). Der

---

*) Nach einem Briefe an mich, ſ. Schum. Aſtr. Nachr. No. 622 S. 348.

†) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

‡) Von dem Werth und Unwerth ſolcher Anſichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnenſyſtems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

||) Vergl. Kosmos Buch I. S. 72 und Anm. — (Mädler, Aſtr. S. 400).

[illegible] welcher in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensysteme [illegible] erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln [illegible] in Schwerpunkt der Doppelsterne, oder ursprünglich dunkler, aber schwach [illegible], um sie kreisender Planeten ausgesprochen; gehört in das [illegible] Reich der mythischen Hypothesen.

[illegible] und einer gründlichen Untersuchung würdiger ist die Betrachtung: daß, unter der [illegible] einer Kreisbewegung sowohl für unser ganzes seinen Ort verändernden Sonnensystem als für alle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das Centrum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse*), nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus†) suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe, und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe‡) dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort, die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung§) einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind, Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

VI.

Die vielfachen oder Doppelsterne. — Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den speciellen, niederen, herabsteigt; so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbstleuchtende Welt-

*) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralsonne S. 6 und Astr. S. 403.

†) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schum. Astr. Nachr. No. 566. Nicht durch numerische Untersuchungen geleitet, sondern nach phantasiereichen Ahndungen hatten früh schon Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unserer Sternenschicht erklärt. Struve, Astr. [illegible] p. 17 [illegible] 18.

‡) Mädler, Astr. S. 380, 400, 407 und 414; dessen Centralsonne 1848 S. 44–47; dessen Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 183–[illegible] (Alcyone liegt RA. 54° 30', Decl. 23° 36' für [illegible] 1848.) Wäre die Parallaxe der Alcyone [illegible]; so würde ihre Entfernung 31½ Millionen Halbmesser der Erdbahn betragen, sie also 50mal [illegible] von uns sein, als nach Bessel's ältester Bestimmung der Abstand des Doppelsterns 61 Cygni ist. [illegible] 18",2 von der Sonne zur Erde [illegible] Jahre von der Alcyone zur Erde [illegible]. Die Phantasie der Griechen gefiel sich in wilden [illegible] von Fallhöhen. In des Hesiodus [illegible] v. 123–125 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinst ein eherner Ambos fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde ....." Der Fallhöhe in 777600 Zeitsecunden entsprechen für den Ambos 77356 geogr. Meilen (mit Rücksicht auf die, in planetarischen Entfernungen starke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), also das 1½fache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephästos schon in Einem Tage auf Lemnos herab, und „athmete nur noch ein wenig". Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter versuchen sollen, den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbestimmt; es ist nicht ein Bild der Himmelshöhe, sondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

§) Vergl. die Zweifel von Peters in Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herschel in den Outl. of Astr. p. 589: „In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged as forerunners of something more decisive."

körper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne*) erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilig Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich zwei Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes, partielles Sternsystem bilden. Die ersteren nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne. Bei sehr großer Entfernung und bei Langsamkeit der elliptischen Bewegung können mehrere der letzteren mit den ersteren verwechselt werden. Alcor, mit dem die arabischen Astronomen sich viel beschäftigt haben, weil der kleine Stern bei sehr reiner Luft und scharfen Gesichtsorganen dem bloßen Auge sichtbar wird, bildet (um hier an einen sehr bekannten Gegenstand zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären im weitesten Sinne des Worts eine solche optische Verbindung ohne nähere physische Abhängigkeit. Von der Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die sehr ungleiche Licht-Intensität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberstrahlung und der Sternschwänze, wie die organischen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich schon oben im 2ten und 3ten Abschnitte gehandelt†).

Galilei, ohne die Doppelsterne zu einem besonderen Gegenstande seiner teleſcopischen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche seiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, schon von Arago bezeichneten Stelle der Giornata terza seiner Gespräche den Gebrauch, welchen die Astronomen von optischen Doppelsternen (quando si trovasse nel telescopio qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen könnten‡). Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten‖) beschriebenen Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7. Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi, ζ Caneri . . . . . .

Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photometria" 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Ansich-

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 73 und Anm. (Struve über Doppelsterne nach Dorpater Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

†) Kosmos Buch III. S. 408–411, u. Anm., 450 und 451. Als merkwürdige Beispiele von der Schärfe des Sehvermögens ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Mästlin mit bloßen Augen 14, und schon einige der Alten 9 Sterne in dem Siebengestirn mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

‡) Kosmos Buch III. S. 486. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hinscheiden) dieselbe parallactische Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

‖) Mädler, Astr. S. 477.

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch vervollkommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlich specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Vater (1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32″, von welchen nur etwa $^1/_6$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere unsicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden†). Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthaltend, Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat‡). In diesen europäischen Verzeichnissen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, besonders binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische und physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Heliometer beobachteten, die von Argelander ‖) zu Åbo (1827—1835), von Encke und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahnen bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wichtige, aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für unser Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optischen, nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein gemeinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Trabanten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung ge-

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234–248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

‖) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener Bewegung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stellarum fixarum positiones mediae ineunte anno 1830, ex observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1842). Für 600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl der in Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Himmels neu entdeckten vielfachen Sterne an.

acht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet urde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten erden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert*) kennt, in denen sich eine gegenitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $^1/_{16}$, das neueste ereits $^1/_6$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als hysische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß n den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, t numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Androeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen emisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John erschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegelteleſcope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $^3/_4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen ontrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung uf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $^1/_5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $^1/_5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ‖) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzenden, sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arago hat aber

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 91, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind; giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; nach Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen geben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

‖) John Herschel, Outlines of Astr. p. 579.

¶) Zwei Gläser, welche Complementar-Farben darstellen, dienen dazu, wenn man dieselben auf einander legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. „Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste:* mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent." (Arago, Handsch. von 1847.)

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch vervollkommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlichen specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Ältere (1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte sein erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demselben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen unterhalb 32″, von welchen nur etwa $\frac{1}{6}$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere unsicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines vierjährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden†). Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthaltend, Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat‡). In diesen europäischen Verzeichnissen sind die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1825 gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von *partiellen*, besonders *binären Systemen* im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische und physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geschätzt werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Heliometer beobachteten, die von Argelander‖) zu Abo (1827—1835), von Encke und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catalogus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einander gerückten Sternen in *unmittelbarer Attractions-Beziehung* mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahnen bewegen, d. h. sogenannte *physische* (*kreisende*) Doppelsterne sind; ist eine wichtige, aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden *Begleiter* werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für unser Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange *physische* Doppelsterne den *optischen*, nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche *Eigenbewegung* im großen Weltraume (ein *gemeinschaftliches* Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Trabanten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung ge-

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234—248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

‖) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener Bewegung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stellarum fixarum positiones mediae ineunte anno 1830, ex observ. Abonae habitis (Helsingforsiae 1835). Auf 600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl der zu Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Himmels neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert *) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $^1/_{10}$, das neueste bereits $^1/_4$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegelteleſcope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $^3/_4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $^1/_5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $^4/_5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ε Canori), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ‖) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzenden, sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arago hat aber

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen stehen dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

‖) John Herschel, Outlines of Astr. p. 579.

¶) Zwei Gläser, welche Complementar-Farben darstellen, dienen dazu, wenn man dieselben auf einander legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. „Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste*; mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent." (Arago, Handsch. von 1847.)

mit Vorsicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des Contrastes ist, man doch im ganzen keinesweges das reelle Dasein grüner oder blauer Sterne läugnen könne*). Er giebt Beispiele, in denen ein hellleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. ven.) von einem kleinen blauen Stern begleitet ist; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptstern und sein Begleiter, blau sind†): er schlägt vor, um zu untersuchen, ob die contrastirende Färbung nur subjectiv sei, den Hauptstern im Fernrohr (sobald der Abstand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich ist nur der kleinere Stern der blaue; anders ist es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in diesem ist der Hauptstern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verschiedenfarbigen Sonnen von uns unsichtbaren Planeten umgeben; so müssen letztere, verschiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben‡).

So wenig, wie wir schon oben||) gezeigt haben, die periodische Veränderlichkeit der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derselben gebunden ist, eben so wenig ist Färbung im allgemeinen oder eine contrastirende Verschiedenheit der Farbentöne zwischen dem Hauptstern und dem Begleiter den vielfachen Sternen eigenthümlich. Zustände, weil wir sie häufig hervorgerufen finden, sind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erscheinungen: sei es des periodischen Lichtwechsels, sei es des Kreisens in partiellen Systemen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Eine sorgfältige Untersuchung der hellen Doppelsterne (Farbe ist noch bei Sternen 9ter Größe zu bestimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenspectrums in den Doppelsternen gefunden werden; daß aber der Hauptstern, wenn er nicht weiß ist, sich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meisten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne sind doppelt so häufig als die blauen und bläulichen, die weißen sind ohngefähr 2½mal so zahlreich als die rothen und röthlichen. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterschied der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in starken Fernröhren bequem bei Tage gemessen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, besteht das erstere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m, das letztere aus einem Hauptstern 2^m und einem Begleiter von $3^m,5$. Man nennt diesen den schönsten Doppelstern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri ¶) und α Crucis am südlichen Himmel alle anderen

*) Arago in der Connaissance des tems pour l'an 1828 p. 299–300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246–250, pour 1842 p. 347–350. „Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu' ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils *bleus* et *verts*. C'est au tems et à des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne." (Arago im Annuaire pour 1834 p. 295–309.)

†) Struve (über Doppelsterne nach Dorpater Beobachtungen 1837 S. 33–36 und Mensurae microm. p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich sind und bei denen also die Farbe nicht Folge des Contrastes sein kann. Wenn man gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallend, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsternes von Einem Beobachter blau, von anderen grün genannt worden ist.

‡) Arago im Annuaire pour 1834 p. 302.

||) Kosmos Buch III. S. 450–455.

¶) „This superb double star (α Cent.) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast." Sir John Herschel, Capeside p. 300. Nach den schönen Beobachtungen von Captain Jacob (Bombay Engineers, in den Jahren 1846–1848) ist aber der Hauptstern 1^m, der Begleiter 2 ,5 bis 3^m geschätzt: Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVI. 1849 p. 451.

mischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine
ßtleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Stern-
ufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, des-
, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.
Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600.
nige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach
illiam Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $^1/_{270}$ des
nzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in
gionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millio-
n von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die
imensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriuswelten oder berechnete Entfernungen
n den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die
belflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglo-
eration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen.
nd es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen
ade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus
geballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr
schauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungs-
ft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit,
dern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Ver-
pfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren
heißt.
Die historische Entwickelung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebenflecken lehrt,
ß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten
einungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwä-
ren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen
r Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als
ne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die
istenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des teleſco-
hen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung
s kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte:
li materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht
chte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung
ht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese
ren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der
lchstraße.
Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn
n das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit
er teleſcopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit
illiam Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet)
ren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt;
r 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Slough ein erstes Verzeichniß,
deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß,
s von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und
Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen
, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen †). Dieselbe Benennung
Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsini-

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. ‡).

Wenn man mit Encke in einem binären System einen der beiden Sterne, den helleren, als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf diesen bezieht; so ergiebt sich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptstern einen Kegelschnitt beschreibt, in dessen Brennpunkt sich der letztere befindet: eine Ellipse, in welcher der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume zurücklegt. Genaue Messungen von Positionswinkeln und Abständen, zu Bahnbestimmungen geeignet, haben schon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelsternen gezeigt, daß der Begleiter sich um den als ruhend betrachteten Hauptstern, von denselben Gravitations-Kräften getrieben, bewegt, welche in unserem Sonnensystem walten. Diese feste, kaum erst seit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epochen in der Entwickelungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Weltkörper, denen man nach altem Brauche den Namen der Fixsterne erhalten hat, ob sie gleich weder an die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt sind, hat man sich gegenseitig bedeckt gesehen. Die Kenntniß von der Existenz partieller Systeme in sich selbst gegründete Bewegung erweitert um so mehr den Blick, als diese Bewegungen wieder allgemeineren, die Himmelsräume belebenden, untergeordnet sind.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary, 1830.
	3″,278	0,3777	60,720	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler, 1847.
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke, 1832.
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler, 1847.
4) Castor	8″,086	0,7582	252,66	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler, 1847.
	6″,300	0,2405	632,27	Hind, 1849.
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herschel, Tabelle v. 1849.
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler, 1847.
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob, 1848

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. — Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuchteten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden Sternen) auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer*). Bald als scharf begrenzte, scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielgestaltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Auge ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrognosie umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewegung†) gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; so haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelflecken in der neuesten Zeit Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja alles

*) Kosmos Buch I. S. 38–42, und 76. Buch II. S. 369; Buch III. S. 403–406, 457, 465 und 470.

†) Kosmos Buch III. S. 435.

kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $^1/_{170}$ des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwickelung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebenflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des telescopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: aeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer telescopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Slough ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß, was von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen sind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen †). Dieselbe Benennung als Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsini-

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. ‡).

schen Tafeln übergegangen: wahrscheinlich durch den überwiegenden Einfluß des jüdischen Astronomen Isaac Aben Sid Hassan, Vorstehers der reichen Synagoge zu Toledo. Gedruckt erschienen die Alphonsinischen Tafeln erst 1483, und zwar zu Venedig.

Die erste Angabe eines wundersamen Aggregats von zahllosen wirklichen Nebelflecken, mit Sternschwärmen vermischt, finden wir bei einem arabischen Astronomen aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem persischen Irak. Der weiße Ochse, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen sah, war zweifelsohne die Große Magellanische Wolke, welche bei einer scheinbaren Breite von fast 12 Monddurchmessern einen Himmelsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren europäische Reisende erst im Anfang des 16ten Jahrhunderts Erwähnung thun, wenn gleich schon zweihundert Jahre früher Normänner an der Westküste von Afrika bis Sierra Leone ($8^{\circ}1/_{2}$ nördl. Br.) gelangt waren *). Eine Nebelmasse von so großem Umfange, dem unbewaffneten Auge vollkommen sichtbar, hätte doch früher die Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollen †).

Der erste isolirte Nebelfleck, welcher als völlig sternlos und als ein Gegenstand eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beobachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen Auge sichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen in Franken), früher Musiker, dann Hof-Mathematicus eines Markgrafen von Culmbach, derselbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage ‡) früher als Galilei gesehen, hat auch das Verdienst, die erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovialis ||) erzählt er, daß „am 15. December 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts sternartiges darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebeligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die Ränder hin sei. Bei einer Breite von 1/4 Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de noctu cernatur)." Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare Stern ein neu entstandener sei; er will nicht entscheiden: findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem Mundus Jovialis, der erst 1614 erschien, ist also (wie ich schon an einem andern Orte ¶) bemerkt habe) der Unterschied zwischen einem für die damaligen telescopi[illegible]

---

*) Vor der Expedition von Alvaro Becerra. Die Portugiesen drangen 1471 bis südlich vom Aequator vor. S. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. I. p. 290–292. Aber auch in Ost-Afrika wurde unter den Lagiden der Handelsweg durch den indischen Ocean, begünstigt durch den Südwest-Monsun (Hippalus), von Oeclis an der Straße Bab-el-Mandeb nach dem malabarischen Stapelplatze Muziris und Ceylon benutzt (Kosmos Buch II. S. 279 und Anmerkungen. Auf allen hier genannten Seefahrten waren die Magellanischen Wolken gesehen aber nicht beschrieben worden.

†) Sir John Herschel, Capreise § 132.

‡) A. a. O. S. 362 und 363, und Anm. Galilei, welcher den Unterschied der Entdeckungstage (29. Dec. 1609 und 7. Jan. 1610) dem Calender-Unterschied zuzuschreiben sucht, behauptet deshalb die Jupiterssatelliten einen Tag früher als Marius gesehen zu haben; er geht in seinem Zorne gegen die „bugia del impostore *eretico Guntzenhusano*" so weit zu erklären: „che molto probabilmente il Eretico Simon Mario non ha osservato giammai i Pianeti Medicei." (S. Op[illegible] Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 235–237 [illegible] Nelli, Vita e Commercio letterario di Galilei [illegible] Vol. I. p. 240–246.) Sehr friedsam und besch[illegible] hatte sich doch der Eretico selbst über das Maaß [illegible] Verdienstes in der Entdeckung ausgedrückt. „[illegible] haupte bloß," sagt Simon Marius in der [illegible] zum Mundus Jovialis: „haec sidera (Brandenb[illegible]gica) a nullo mortalium mihi ulla ratione comm[illegible]strata, sed propria indagine sub ipsissimum [illegible] tempus, vel aliquanto citius quo Galilaeus in It[illegible] ea primum vidit, a me in Germania adinventa et [illegible]servata fuisse. Merito igitur Galilaeo tribuitur [illegible] manet laus primae inventionis horum siderum a[illegible] Italos. An autem inter meos Germanos quis[illegible] ante me ea invenerit et viderit, hactenus intelli[illegible] non potui."

||) Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope [illegible] spicilli Belgici (Noribergae 1614).

¶) Kosmos Buch II. S. 369.

Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung vieler, dem bloßen Auge unsichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelschein giebt. Trotz der großen Vervollkommnung optischer Werkzeuge ist fast drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda, wie bei seiner Entdeckung, für vollkommen sternenleer gehalten worden: bis vor zwei Jahren jenseits des atlantischen Oceans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden sind. Ich habe, trotz des unaufgelösten Kerns, nicht angestanden, ihn unter den Sternhaufen aufzuführen *).

Es ist wohl nur einem sonderbaren Zufall zuzuschreiben, daß Galilei, der sich schon vor 1610, als der Sidereus Nuntius erschien, mehrfach mit der Constellation des Orion beschäftigte, später in seinem Saggiatore, da er längst die Entdeckung des sternlosen Nebels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt, als solcher, welche sich selbst in seinen schwachen optischen Instrumenten in Sternhaufen auflösten. Was er Nebulose del Orione e del Presepe nennt, sind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloser kleiner Sterne" †). Er bildet ab nach einander unter den täuschenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, in denen er sich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufgelöstem Nebel ist bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdte seiner Aufmerksamkeit entgehen, wie dieselbe nicht fesseln können? Aber wenn auch der geistreiche Forscher wahrscheinlich nie den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines sogenannten unauflöslichen Nebels gesehen hat, so waren doch seine allgemeinen Betrachtungen ‡) über die innere Natur der Nebelflecke denen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Astronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig, ein ausgezeichneter, aber dem teleſcopiſchen Sehen beim Catalogisiren der Sterne wenig holder ‖) Beobachter, des großen Orions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß enthält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte ¶) Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erforscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion, und veranlaßte Picard sich fleißig (1676) mit demselben zu beschäftigen. Die ersten Nebelflecke der in Europa nicht sichtbaren Regionen des südlichen Himmels bestimmte, aber in überaus geringer Zahl, bei seinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. Die lebhafte Vorliebe, welche der große Cassini (Johann Dominicus) für alle Theile der beschauenden Astronomie hatte, leitete ihn gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts auf die sorgfältigere Erforschung der Nebel der Andromeda und des Orion. Er glaubte seit Huygens Veränderungen in dem letzteren, „ja Sterne in dem ersteren erkannt zu haben, die man nicht mit schwachen Fernröhren sieht." Man hat Gründe die Behauptung der Gestalt-Veränderung für eine Täuschung zu halten, nicht ganz die Existenz von

*) Kosmos Buch III. S. 458.

†) „Galilei notò che le Nebulose di Orione null' altro erano che macchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle." Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

‡) „In primo integram Orionis Constellationem pingere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti albicantis nubis spectetur, sed *complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant*, si in illarum quamlibet Specillum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis in hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, Stellarum mirum in modum consitarum greges sunt: ex quarum radiorum commixtione, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens, hucusque creditus est." Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14–15; Sydereus Nuncius p. 13, 15 (no. 19–21) und 35 (no. 56.)

‖) Kosmos Buch III. S. 417 Anm. †). Ich erinnere auch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii Firmamentum Sobescianum 1687 beschließt und auf der man drei Genien sieht, von welchen zwei am Hevel'schen Sextanten beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt und es anzubieten scheint, antworten die Beobachtenden: praestat nudo oculo!

¶) Huygens, Systema Saturnium in seinen Opera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

Sternen in dem Nebel der Andromeda seit den merkwürdigen Beobachtungen von Gerry Bond. Cassini ahndete dazu aus theoretischen Gründen eine solche Auflösung, da er, in directem Widerspruch mit Halley und Derham, alle Nebelflecke für sehr ferne Sternschwärme hielt*). Der matte, milde Lichtschimmer in der Andromeda, meint er, sei allerdings dem des Zodiacallichtes analog; aber auch dieses sei aus einer Unzahl dicht zusammengedrängter kleiner planetarischer Körper zusammengesetzt †). Lacaille's Aufenthalt in der südlichen Hemisphäre (am Vorgebirge der guten Hoffnung, auf Ile de France und Bourbon, 1750—1752) vermehrte so ansehnlich die Zahl der Nebelflecke, daß Struve mit Recht bemerkt, man habe durch dieses Reisenden Bemühungen damals mehr von der Nebelwelt des südlichen Firmaments als von der in Europa sichtbaren gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück versucht, die Nebelflecke nach ihrer scheinbaren Gestaltung in Classen zu vertheilen; auch unternahm er zuerst, doch mit wenigem Erfolge, die schwierige Analyse des so heterogenen Inhalts der beiden Magellanischen Wolken (Nubecula major et minor). Wenn man von den anderen 42 isolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem südlichen Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und selbst mit schwacher Vergrößerung, zu wahren Sternhaufen aufgelöste abzieht, so bleibt nur die Zahl von 28 übrig: während, mit mächtigeren Instrumenten wie mit größerer Uebung und Beobachtungsgabe ausgerüstet, es Sir John Herschel glückte unter derselben Zone, die Clusters ebenfalls ungerechnet, an 1500 Nebelflecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anschauung und Erfahrung, phantasirten, nach sehr ähnlichen Richtungen hinstrebend, ohne ursprünglich ‡) von einander zu wissen, Lambert (seit 1749), Kant (seit 1755) mit bewundernswürdigem Scharfsinn über Nebelflecke, abgesonderte Milchstraßen und sporadische, in den Himmelsräumen vereinzelte Nebel- und Sterninseln. Beide waren der Dunst-Theorie (nebular hypothesis) und einer perpetuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, ja den Ideen der Stern-Erzeugung aus kosmischem Nebel zugethan. Der vielgereiste Le Gentil (1760—1769) belebte lange vor seinen Reisen und den verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke durch eigene Beobachtung über die Constellationen der Andromeda, des Schützen und des Orion. Er bediente sich eines der im Besitze der Pariser Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches 34 Fuß Focallänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille, Kant und Lambert widerstrebend, erklärte der geistreiche John Michell wieder (wie Galilei und Dominicus Cassini) alle Nebel für Sternhaufen, Aggregate von sehr kleinen oder sehr fernen teleskopischen Sternen, deren Dasein bei Vervollkommnung der Instrumente gewiß einst würde erwiesen werden ‖). Einen reichen Zuwachs, verglichen mit den langsamen Fortschritten, welche wir bisher geschildert, erhielt die Kenntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Messier. Sein Catalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von Lacaille und Méchain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungesehene. Es gelang seiner Anstrengung, auf dem ärmlich ausgerüsteten Observatoire de la Marine (Hôtel de Cluguy) die Zahl der damals in beiden Hemisphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln ¶).

---

*) „Dans les deux nébuleuses d'Andromède et d'Orion," sagt Dominicus Cassini, „j'ai vu des étoiles qu'on n'aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons pas si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour que toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

†) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

‡) Ueber Ideen-Gemeinschaft und Ideen-Verschiedenheit von Lambert und Kant, wie über die Zeiten ihrer Publicationen s. Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21: notes 7, 15 und 33. Kant's „allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" erschien anonym und dem Großen König magnificirt 1755; Lambert's „Photometria," wie schon oben bemerkt worden ist, 1760, seine „Sammlung kosmologischer Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761.

‖) „Those Nebulae," sagt John Michell 1767 (Philos. Transact. Vol. LVII. for 1767 p. 234), „in which we can discover either none, or only a few stars even with the assistance of the best telescopes, are probably systems, that are still more distant than the rest."

¶) Messier in den Mém. de l'Académie des Sciences 1771 p. 435 und in der Connoiss. des temps pour 1783 et 1784. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

e ſchwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der Entdeckungen von William
id ſeinem Sohne. Der erſtere begann ſchon 1779 eine regelmäßige Muſterung
ichen Himmels durch einen ſiebenfüßigen Reflector. Im Jahre 1787 war ſein
Rieſenteleſcop vollendet; und in drei Catalogen *), welche 1786, 1789 und 1802
lieferte er die Poſitionen von 2500 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja
)1, ſcheint der große Beobachter mehr geneigt geweſen zu ſein, wie Michell, Caſ-
zt Lord Roſſe, die ihm unauflöslichen Nebelflecke für die ſehr entfernt liegende
en zu halten; aber eine längere Beſchäftigung mit dem Gegenſtande zwiſchen
1802 leitete ihn, wie einſt Halley und Lacaille, auf die Dunſt-Theorie; ja, wie
Kepler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmälige Verdichtung des kos-
bels. Beide Anſichten ſind indeß nicht nothwendig †) mit einander verbunden.
Sir William Herſchel beobachteten Nebel und Sterhaufen hat ſein Sohn Sir
1825 bis 1833 einer neuen Muſterung unterworfen; er hat die älteren Ver-
urch 500 neue Gegenſtände bereichert, und in den Philosophical transactions
p. 365 bis 481) einen vollſtändigen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters
öffentlicht. Dieſe große Arbeit enthält alles, was in dem mittleren Europa am
ufgefunden war; und ſchon in den unmittelbar folgenden 5 Jahren (1834 bis
n wir Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20fü-
ctor ausgerüſtet, den ganzen dort ſichtbaren Himmel durchforſchen, und zu je-
Nebeln und Sternhaufen ein Verzeichniß von 1708 Poſitionen hinzufügen ‡).
ep's Catalogus ſüdlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl, zu Para-
achtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmeſſer verſehenen
) von 1825 bis 1827) iſt nur $^1/_3$ in Sir John Herſchel's Arbeit übergegangen.
itte große Epoche in der Kenntniß jener räthſelhaften Weltkörper hat mit der
n des bewundernswürdigen funfzigfüßigen Teleſcops ¶) des Earl of Roſſe zu
on begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den
en Entwickelungsſtufen kosmiſcher Anſchauung zur Sprache gekommen war, wurde
n Streit über die Nebel-Hypotheſe und die behauptete Nothwendigkeit ſie
fzugeben der Gegenſtand lebhafter Discuſſionen. Aus den Berichten ausgezeich-
mit den Nebelflecken lange vertrauter Aſtronomen, die ich habe ſammeln können,
von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter
en ausgewählten, für unauflöslich gehaltenen Objecte faſt alle (der Director der
e von Armagh, Dr. Robinſon, giebt deren über 40 an) vollſtändig aufgelöſt
). Auf gleiche Weiſe drückt ſich Sir John Herſchel, ſowohl in der Eröffnungs-
erſammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den Outlines of
1849, aus. „Der Reflector von Lord Roſſe," ſagt er, „hat aufgelöſt oder als
gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raum-

---

. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. und
ebular hypothesis, as it has been term-
theory of siderial aggregation stand in
ndependent of each other." Sir John
Outlines of Astronomy § 872 p. 599.
ihlen, welche ich hier gebe, ſind die aufge-
te von No. 1 bis 2307 im europäiſchen,
s Cat. von 1833 und die von No. 2308
afrikaniſchen, ſüdlichen Cat. (Caprciſe
Dunlop in den Philos. Transact. for
-151.
Kosmos Buch III. S. 418 u. Anm. ‡).
ecount of the Earl of Rosse's great Te-
-17, wo die Liſte der im März 1845 von
und Sir James South aufgelöſten Ne-
urd. „Dr. Robinson could not leave this
part of his subject without calling attention to the fact, that no real nebula seemed to exist among so many of these objects chosen without any bias: all *appeared* to be clusters of stars, and every additional one which shall be resolved, will be an additional argument against the existence of any such." Schumacher, Aſtr. Nachr. No. 536. — In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmantown, aujourd'hui Earl of Rosse (Bibliothèque universelle de Genève T. LVII. 1845 p. 342–357) heißt es: „Sir James South rappelle que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques que celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne partie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes d'étoiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient aucune apparence de résolution en étoiles."

durchdringenden Kraft der ſchwächeren optiſchen Inſtrumente widerſtanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Teleſcop von ſechs engliſchen Fußen Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflöſung, darſtellt; ſo kann man doch nach Schlüſſen, die auf Analogien gegründet ſind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterſchied zwiſchen Nebeln und Sternhaufen vorhanden ſei*)."

Der Urheber des mächtigen optiſchen Apparates von Parſonstown, ſtets das Reſultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden iſt, drückt ſich ſelbſt mit großer Vorſicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Profeſſor Nichol zu Glasgow †) aus (19. März 1846). „Nach unſerer Unterſuchung des berühmten Nebelfleckes," ſagt er, „kann ich mit Gewißheit ausſprechen, daß, wenn irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeſchaffenheit nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande iſt; und doch ſahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Maſſe von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels iſt ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit." Auch ſpäter noch (1848) ſoll Lord Roſſe nie eine ſchon erlangte völlige Auflöſung des Orions-Nebels, ſondern immer nur die neue Hoffnung dazu, die gegründete Wahrſcheinlichkeit den noch übrigen Nebel in Sterne zu auflöſen, verkündet haben.

Wenn man trennt, in der neuerlichſt ſo lebhaft angeregten Frage über die Nicht-Exiſtenz einer ſelbſtleuchtenden, dunſtförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und nicht inductiven Schlußformen angehört; ſo lehrt eine ſehr einfache Betrachtung, daß die mit wachſende Vervollkommnung der teleſcopiſchen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keinesweges durch dieſe Verminderung erſchöpft werden kann. Unter Anwendung von Fernröhren wachſender Stärke wird jedes nachfolgende auflöſen, was das vorhergehende unaufgelöſt gelaſſen hat; zugleich aber auch wenigſtens theilweiſe, wegen ſeiner zunehmenden raumdurchdringenden Kraft, die aufgelöſten Nebel durch neue, vorher unerreichte, erſetzen. Auflöſung des Alten und Entdeckung des Neuen, welche wieder eine Zunahme von optiſcher Stärke erheiſcht, würden demnach in endloſer Reihe auf einander folgen. Sollte dem nicht ſo ſein: ſo muß man ſich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt; oder die Weltinſeln, zu deren einer wir gehören, dermaßen von einander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhre zu dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht, und daß unſere letzten (äußerſten) Nebel ſich in Sternhaufen auflöſen, welche ſich wie Sterne der Milchſtraße „auf ſchwarzem, ganz dunſtfreien Grund projiciren ‖)." Iſt aber wohl ein ſolcher Zuſtand des Weltraums

---

*) Report of the fifteenth Meeting of the British Association, held at Cambridge in June 1845, p. XXXVI und Outlines of Astr. p. 597 und 598. „By far the major part," ſagt Sir John Herſchel, „probably at least nine tenths of the nebulous contents of the heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, presenting every variety of elongation and central condensation. Of these a *great number* have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance which renders it almost a matter of certainly that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may very reasonably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars."

†) Dr. Nichol, Profeſſor der Aſtronomie zu Glasgow, hat dieſen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in ſeinen Thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 35 bekannt gemacht: „In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula. Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears; still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked."

‡) Vergl. Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 186.

‖) Kosmos Buch III. S. 460 und Anm. *).

nd zugleich der Vervollkommnung optiſcher Werkzeuge wahrſcheinlich, bei dem am ganzen irmament kein unaufgelöſter Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die hypothetiſche Annahme eines ſelbſtleuchtenden Fluidums, das, ſcharf begrenzt, in unden oder ovalen Nebelflecken auftritt, muß nicht verwechſelt werden mit der ebenfalls hypothetiſchen Annahme eines nicht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch ſeine Wellenbewegung Licht, ſtrahlende Wärme und Electro-Magnetismus erzeugenden Aethers*). Die Ausſtrömungen der Cometenkerne, als Schweife oft ungeheure Räume einnehmend, erſtreuen ihren uns unbekannten Stoff zwiſchen die Planetenbahnen des Sonnenſyſtems, welche ſie durchſchneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört aber der Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt für möglich, daß „vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Cometarum" ſich der Erd-Atmoſphäre beimiſchen könnten†). In dem dunſtartigen kreiſenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacalſcheins hat noch kein Fernrohr etwas ſternartiges entdeckt. Ob die Theilchen, aus welchen dieſer Ring beſteht und welche nach dynamiſchen Bedingungen von einigen als um ſich ſelbſt rotirend, von Anderen als bloß um die Sonne kreiſend gedacht werden, erleuchtet oder, wie mancher irdiſche Nebel‡), ſelbſtleuchtend ſind: bleibt unentſchieden. Dominicus Caſſini glaubte, daß ſie kleine planetenartige Körper‖) ſeien. Es iſt wie ein Bedürfniß des ſinnlichen Menſchen, in allem Flüſſigen discrete¶) Molecular-Theile zu ſuchen, gleich den vollen oder hohlen Wolkenflächen; und die Gradationen der Dichtigkeits-Abnahme in unſerem Planetenſyſteme von Merkur bis Saturn und Neptun (von 1,12 bis 0,14 : die Erde = 1 geſetzt) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernſchichten noch ein ſchwacher Stern ſichtbar wird: a ſie führen allmälig zu discreten, aber ſo undichten Theilen, daß ihre Starrheit in großen oder kleinen Dimenſionen faſt nur durch Begrenztheit charakteriſirt werden konnte. Es ſind gerade ſolche Betrachtungen über die Beſchaffenheit des ſcheinbar dunſtförmigen Thierkreislichtes, welche Caſſini lange vor Entdeckung der ſogenannten kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter und vor den Muthmaßungen über Meteor-Aſteroiden auf die Idee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimenſionen und allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier faſt unwillkührlich den alten naturphiloſophiſchen Streit über das primitiv Flüſſige und das aus discreten Molecular-Theilen Zuſammengeſetzte, was freilich deshalb der mathematiſchen Behandlung zugänglicher iſt. Um ſo ſchneller kehren wir zu dem rein Objectiven der Erſcheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Poſitionen, welche angehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough ſichtbar iſt und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichniſſen von Sir William Herſchel von 1786 bis 1802 und der oben erwähnten großen Muſterung des Sohnes in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des ſüdlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung ſichtbar iſt, nach den afrikaniſchen Catalogen von Sir John Herſchel: finden ſich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch dieſe Gegenſtände ihrer Natur nach mit einander verwandt ſein mögen, ſo habe ich ſie doch, um einen beſtimmten Zeitpunkt des ſchon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander geſondert. Ich finde**) in

---

*) Kosmos Buch III. S. 401.

†) Newton, Philos. Nat. Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

‡) Kosmos Buch I. S. 70.

‖) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

¶) Sir John Herſchel, Capreiſe § 109–111.

**) Die Fundamente dieſer Aufzählung erheiſchen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herſchel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Aſtr. S. 448). In der ſpäteren, weit genaueren Muſterung des Sohnes (Observations of Nebulae and clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365–481) wurden dieſe Zahlen verändert. Ohngefähr 1800 Objecte waren identiſch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeſchloſſen, und mehr als fünfhundert neu entdeckte in Rectaſcenſion und Declination beſtimmt

dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im südlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergiebt sich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichnissen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöst, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieselbe wohl bis 4000 vermehrt werden, wenn man in Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herschel dem Vater gesehene *) und nicht wieder bestimmte, wie die von Dunlop in Paramatta mit einem neunzölligen Newton'schen Reflector beobachteten 629, von denen Sir John Herschel nur 206 seinem Verzeichniß angeeignet hat †). Ein ähnliches Resultat haben neuerlichst auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke scheint sich also zu der der Doppelsterne in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergessen, daß unter der Benennung von Doppelsternen die bloß optischen mit begriffen sind, und daß man bisher nur erst in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Positions-Veränderungen erkannt hat ‡).

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem südlichen Verzeichniß, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der südlichen Hemisphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit nach auflösbar, nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, selbstleuchtenden Himmelskörpern zusammengesetzte Sterngruppen sind; so bezeichnet dieser scheinbare Contrast, auf dessen Wichtigkeit schon Sir John Herschel um so mehr aufmerksam gemacht hat ||), als von ihm in beiden Hemisphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden sind, auf das wenigste eine auffallende Verschiedenheit in der Natur und Weltstellung der Nebel, d. h. in Hinsicht der Richtungen, nach denen hin sie sich den Erdbewohnern am nördlichen oder südlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erste genaue Kenntniß und kosmische Uebersicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat, um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, ihre Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit ihre Folge nach gewissen Gruppirungen und Zügen zu ergründen, viertehalb-tausend Gegenstände graphisch in Fächer eingetragen, deren Seiten in der Declination 3°, in der Rectascension 15′ messen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet sich in der nördlichen Himmisphäre. Es ist dieselbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Nase der Giraffe; den Schwanz des Drachen; die beiden Jagdhunde; das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchstraße liegt); den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter

---

Struve, Astr. stellaire p. 48). Das nördliche Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 152 = 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern des südlichen Catalogs sind (Capreise p. 3 § 6 und 7) von 4015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen sich 236 Sternhaufen finden, 233 abzuziehen (nämlich 89 + 135 + 9; s. Capreise p. 3 § 6—7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herschel in Slough und von Messier in Paris. Es bleiben also für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708—233=1475 Nebel und Sternhaufen, oder 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough sind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieses nördliche Verzeichniß anwachsen zu 2451 Objecten, in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten sind: welche Zahlen sich indeß *nicht auf* eine strenge Abgrenzung nach der Polhöhe von Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemisphären numerische Verhältnisse angegeben werden müssen; so glaubt der Verfasser auf in solchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur nach mit Verschiedenheit der Zeitepochen und den Fortschritten der Beobachtung veränderlich sind, nicht unbedingt sein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Fortschritte streben, den an eine bestimmte Epoche gebundenen Stand des Wissens zu schildern.

*) „There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unseen by me, for the most part very faint objects ....“ heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

†) A. a. O. § 7. (Vergl. Dunlop's Catalogue of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114–146.)

‡) Kosmos Buch III. S. 496.

||) Capreise § 105–107.

gfrau. Diese Zone, welche man die Nebel-Region der Jungfrau hat, enthält, wie wir schon oben erwähnt haben, in einem Raume *), welcher den heil der Oberfläche der ganzen Himmelssphäre ausfüllt, 1/3 von der gesammten t. Sie überschreitet wenig den Aequator; nur von dem südlichen Flügel der u dehnt sie sich aus bis zur Extremität der Großen Wasserschlange und zum Kopf auren, ohne dessen Füße und das südliche Kreuz zu erreichen. Eine geringere ng von Nebeln an dem nördlichen Himmel ist die, welche sich weiter als die vorige liche Hemisphäre erstreckt. Sir John Herschel nennt sie die Nebel-Region sche. Sie bildet eine Zone, von der Andromeda, die sie fast ganz erfüllt, gegen d Flügel des Pegasus, gegen das Band, welches die Fische verbindet, den südlichen Milchstraße und Fomalhaut hin. Einen auffallenden Contrast mit diesen Anhäu- nacht der öde, nebelarme Raum um Perseus, Widder, Stier, Kopf und oberen Orion; um Fuhrmann, Hercules, Adler und das ganze Sternbild der Leier †). an aus der in dem Werke über die Cap-Beobachtungen mitgetheilten Uebersicht elflecke und Sternhaufen des nördlichen Catalogs (von Slough), nach Stunden der Rectascension vertheilt, 6 Gruppen von je 4 Stunden zusammen- rhält man:

0h — 4h	311	RA. 12h — 16h	850
4 — 8	179	16 — 20	121
8 — 12	606	20 — 0	239

rgfältigeren Scheidung nach nördlicher und südlicher Declination findet man, daß Stunden Rectascension von 9h — 15h in der nördlichen Hemisphäre allein 1111 le und Sternhaufen zusammengehäuft sind ‡), nämlich:

9h — 10h	90	von 12h — 13h	309
10 — 11	150	13 — 14	181
11 — 12	251	14 — 15	130.

ntliche nördliche Maximum liegt also zwischen 12h und 13h, dem nördlichen Pole straße sehr nahe. Weiterhin zwischen 15h und 16h gegen den Hercules zu ist die rung so plötzlich, daß auf die Zahl 130 unmittelbar 40 folgt.

r südlichen Hemisphäre ist nicht bloß eine geringere Anzahl von Nebelflecken, son- eine weit gleichförmigere Vertheilung erkannt worden. Nebelleere Räume wech- häufig mit sporadischen Nebeln; eine eigentliche locale Anhäufung, und zwar eine ängtere als in der Nebel-Region der Jungfrau am nördlichen Himmel, n nur in der Großen Magellanischen Wolke, welche allein an 300 Nebel- ält. Die Gegend zunächst den Polen ist in beiden Hemisphären nebelarm, und Polar-Distanz ist sie um den südlichen Pol im Verhältniß von 7 zu 4 noch ärmer en nördlichen Pol. Der jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur en von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir John Herschel mit Recht „Ne- larissima Australis" nennt (No. 3176 seines Cap-Catalogs; RA. 9h 27′ 56″, 179° 34′ 14″), steht noch 25 Minuten vom Südpole ab. Diese Stern-Oedig- Südpols, der Mangel eines dem unbewaffneten Auge sichtbaren Polarsterns, der Gegenstand bitterer Klagen von Amerigo Vespucci und Vicente Yanez Pin- sie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge gustin vordrangen, und als der Erstere sogar die irrige Meinung aussprach, daß e Stelle des Dante: „Io mi volsi a man destra e posi mente . . . . . ," wie die ne „non viste mai fuor ch'alla prima gente," sich auf antarctische Polarsterne).

---

this *Region* of *Virgo*, occupying about of the whole surface of the sphere, one- e entire nebulous contents of the heavens gated." Outlines p. 596.

dieſe barren region ſ. Capreiſe § 101 p. 135.

‡) Ich gründe mich in dieſen numeriſchen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection des nördlichen Himmels (Capreiſe Pl. XI) darbietet.

†) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe

Wir haben bisher die Nebel in Hinſicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine ſcheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechſeln muß. In dieſer Unterſuchung gehen wir nun zu der wunderſamen Verſchiedenheit ihrer individuellen Geſtaltung über. Dieſe iſt bald regelmäßig (kugelförmig, elliptiſch in verſchiedenen Graden, ringförmig, planetariſch, oder gleich einer Photoſphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäßig, und ſo ſchwer zu claſſificiren wie die gebildeten Waſſernebel unſeres Luftkreiſes, die Wolken. Als Normal-Geſtalt*) der Nebelflecke am Firmament wird die elliptiſche (ſphäroidiſche) genannt: die, bei derſelben Stärke des Fernrohrs, wenn ſie in die kugelförmige übergeht, ſich am leichteſten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn ſie dagegen ſehr abgeplattet, nach einer Dimenſion verlängert und ſcheibenförmig erſcheint, um ſo ſchwerer†) auflöslich wird. Allmählige Ueber-

---

von Seefahrten, welche die Portugieſen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Weſtküſte von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzudringen, war der Venetianer Cadamoſto (eigentlich genannt Alviſe da Ca da Moſto), als er ſich mit Antoniotto Uſodimare an der Mündung des Senegal 1454 vereinigt hatte, zuerſt mit der Lage und Aufſuchung eines Süd-Polarſterns beſchäftigt geweſen. „Da ich," ſagt er, „noch den Nordpolarſtern ſehe (er befand ſich ohngefähr in 13° nördlicher Breite), ſo kann ich nicht den ſüdlichen ſelbſt ſehen; aber die Conſtellation, welche ich gegen Süden erblicke, iſt der Carro del ostro (der Wagen des Südens.)" (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramuſio, delle Navigationi et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er ſich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, ſcheint damals ſo verbreitet geweſen zu ſein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1508 fol. 23, b und in Grynäus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem Kleinen Bär ähnliche Conſtellation als von Cadamoſto geſehen abgebildet wurde: während Ramuſio, Navigationi Vol. I. p. 107) und die neue Collecção de Noticias para a hist. e geogr. das Nações Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) ſtatt deſſen eben ſo willkührlich das ſüdliche Kreuz abbilden (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter, wahrſcheinlich um die zwei Tänzer, χορευταί, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiaſten zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu erſehen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreiſens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieſes Pols (le due Guardie, the Guards) beſtellt hatte, und da dieſe Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Beſtimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4–7 p. 183–195), bei den europäiſchen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war; ſo führten Trugſchlüſſe der Analogie ebenfalls dahin, daß man am ſüdlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher geſucht. Erſt als Amerigo Veſpucci auf ſeiner zweiten Reiſe (Mai 1499 bis Sept. 1500) und Vicente Yañez Pinzon (beide Reiſen ſind vielleicht eine und dieſelbe) in der ſüdlichen Hemiſphäre bis zum Cap San Auguſtin gelangten, beſchäftigten ſie ſich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufſuchen eines ſichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. — (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Angbiera, Oceanica 1510 Dec. I lib. 9 p. 96; Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Conſtellation des Octanten, ſo daß β der Kleinen Waſſerſchlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 80° 5′ ſüdliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des ſüdlichen Himmels beſchäftigt war und umſonſt einen Süd-Polarſtern ſuchte," ſagt Veſpucci in dem Brief an Pietro Franceſco de' Medici, „erinnerte ich mich der (de un detto) unſeres Dante, als er im 1ſten Canto des Purgatorio ſingirt aus einer Hemiſphäre in die andere überzugehen, den antarctiſchen Pol beſchreibt und ſingt: Io mi volsi a man destra ..... Der Glaube iſt, daß in dieſen Verſen der Dichter durch vier Sterne (non viste mai fuor ch'alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um ſo gewiſſer, daß dem ſo ſei, als ich in der That vier Sterne ſah, die zuſammen eine mandelförmige bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben." Veſpucci meint das ſüdliche Kreuz, la croce meravigliosa des Andrea Corſali (Brief aus Cochin vom 6. Januar 1515 in Ramuſio Vol. I. p. 177), deſſen Namen er noch nicht kannte, das ſpäter allen Piloten, um am Nordpole β und γ des Kleinen Bären zu Entdeckung des Südpols (Mém. de l'Acad. des Sc. 1666–1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Zeiten-Beſtimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diente. Meine Unterſuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. IV. p. 319–334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß des ſüdlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dalrymple (1826) und Rümker (1836) ſich in Paramatta beſchäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Unſichtbarkeit am früheſten 1681 und 1687 von den Jeſuiten Fontaney, Noël und Richaud erkannt worden iſt. (Mém. de l'Acad. dep. 1666–1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Acad. dep. 1666–1699 T. VII, 2. Par. 1729 p. 206; Lettres édifiantes, Recueil VII. 1703 p. 70.) Ein ſo frühes Erkennen von binären Syſtemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kosmos Bnd III. S. 493), iſt um ſo merkwürdiger, als 70 Jahre darauf Lacaille α Crucis nicht als Doppelſtern beſchreibt: vielleicht weil (wie Rümker vermuthet) damals der Hauptſtern und der Begleiter in allzu kleiner Entfernung mit einander ſtanden. (Vergl. Sir John Herſchel, Capreiſe § 183–185.) Faſt zugleich mit der Doppelheit von α Crucis wurde von Richaud auch die von α Centauri entdeckt und zwar 19 Jahre vor Feuillée's Reiſe, welcher Henderſon dieſe Entdeckung irrig zuſchrieb. Richaud bemerkt: daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Sterne, welche den Doppelſtern α Crucis bilden, beträchtlich von einander abſtanden; daß aber in einem 12füßigen Refractor die beiden Theile von α Centauri zwar deutlichſt zu erkennen waren, ſich aber faſt zu berühren ſchienen."

*) Capreiſe § 44 und 104.

†) Kosmos Buch III. S. 458 und Anm. Daß es, wie wir ſchon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. O. S. 459), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch die ausgezeichnete, raumdurchdringende Kraft ſeines Refractors

nge der Geſtalten vom Runden zum länglich Elliptiſchen und Pfriemförmigen (Philos. nsact. 1833 p. 494 Pl. IX fig. I9—24) ſind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die dichtung des milchigen Nebels iſt ſtets gegen ein Centrum, bisweilen ſelbſt nach meh- n Centralpunkten (Kernen) zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden r ovalen Nebel kennt man Doppelnebel, bei denen, da keine relative Bewegung ter den Individuen bemerkbar wird (weil ſie fehlt oder außerordentlich langſam iſt), das iterium mangelt, durch welches eine gegenſeitige Beziehung zu einander erwieſen wer- lann, wie bei Sonderung der phyſiſchen von den bloß optiſchen Doppelſter- . (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos Transact. for the year 3 fig. 68—71. Vergl. auch Herſchel, Outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den ſeltenſten Erſcheinungen. Man kennt deren in nördlichen Hemiſphäre jetzt nach Lord Roſſe ſieben. Der berühmteſte der Nebelringe t zwiſchen β und γ Lyrae (No. 57 Meſſier, No. 3023 des Catalogs von Sir John ſchel), und iſt 1779 von Darquier in Toulouſe entdeckt, als der von Bode aufgefundene net in ſeine Nähe kam. Er iſt faſt von der ſcheinbaren Größe der Jupitersſcheibe, und tiſch im Verhältniß ſeiner Durchmeſſer wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes iſt keines- s ſchwarz, ſondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herſchel hatte einige Sterne Ringe erkannt, Lord Roſſe und Bond haben ihn ganz aufgelöſt *). Vollkommen ſchwarz er Höhlung des Ringes ſind dagegen die ſchönen Nebelringe der ſüdlichen Hemiſphäre 3680 und 3686. Der letztere iſt dazu nicht elliptiſch, ſondern vollkommen rund †); ſind wahrſcheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit op- r Mittel erſchienen übrigens im allgemeinen ſowohl elliptiſche als ringförmige Nebel- in ihren Umriſſen weniger abgeſchloſſen. In dem Rieſenfernrohr des Lord Roſſe zeigt ſogar der Ring der Leier wie eine einfache Ellipſe mit ſonderbar divergirenden, faden- igen Nebel-Anſätzen. Beſonders auffallend iſt die Umformung eines für ſchwächere röhre einfach elliptiſchen Nebelfleckes in Lord Roſſe's Krebs-Nebel (Crab-Nebula). Weniger ſelten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herſchel nur 25 an Zahl, von n faſt $^3/_4$ in der ſüdlichen Hemiſphäre liegen, ſind die ſogenannten planetariſchen belflecke, welche zuerſt Herſchel der Vater entdeckt hat und welche zu den wunderſam- Erſcheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendſte Aehnlichkeit mit netenſcheiben. Der größere Theil iſt rund oder etwas oval; bald ſcharf begrenzt, bald paſchen und dunſtig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein ſehr gleichförmi- Licht, andere ſind wie geſprenkelt oder ſchwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, curdled). Man ſieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf pla- riſche Nebelflecke hat Lord Roſſe als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralſternen. größte planetariſche Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und de von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmeſſer der Scheibe ‡) iſt 2′ 40″. Der pla- riſche Nebel im ſüdlichen Kreuz (No. 3365, Capreiſe p. 100) hat bei einer Scheibe kaum 12″ Durchmeſſer doch die Helligkeit eines Sterns 6 . 7ter Größe. Sein Licht iſt

---

kt, den ſehr länglich geſtreckten, elliptiſchen Nebel ndromeda, welcher nach Bouillaud ſchon vor Si- Marius 985 und 1428 beſchrieben wurde und ei- thlichen Schimmer hat, gänzlich aufzulöſen. In chbarſchaft dieſes berühmten Nebelfleckes befindet r noch unaufgelöſte, aber in Geſtaltung ſehr ähn- welchen meine, in hohem Alter dahingeſchiedene, ein verehrte Freundin, Miß Carolina Herſchel, . Auguſt 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 l des Verzeichniſſes der Nebelflecke, fig. 52).

Annular Nebula: Capreiſe p. 53, Outlines of p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im An- pour 1842 p. 423; Bond in Schum. Aſtr. No. 611.

†) Capreiſe p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; vergl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 466. Lord Roſſe's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und der ſonderbaren Crab-Nebula ſ. in Nichol's Thoughts on the System of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

‡) Betrachtet man den planetariſchen Nebelfleck im Großen Bär als eine Sphäre von 2′ 40″ ſcheinbaren Durchmeſſers „und nimmt die Entfernung derſelben gleich der bekannten von 61 Cygni: ſo erhält man einen wirklichen Durchmeſſer der Sphäre, der 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beſchreibt.“ Outlines § 876.

indigoblau; und eine ſolche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet ſich auch bei vielen anderen Gegenſtänden derſelben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intenſität hat*). Die blaue Färbung einiger planetariſchen Nebel ſpricht gar nicht gegen die Möglichkeit, daß ſie aus kleinen Sternen zuſammengeſetzt ſind; denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelſternpaars, ſondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder ſolche, die mit rothen und gelben Sternchen vermiſcht ſind †).

Die Frage: ob die planetariſchen Nebelflecke ſehr ferne Nebelſterne ſind, in denen der Unterſchied zwiſchen einem erleuchtenden Centralſterne und der ihn umgebenden Dunſthülle für unſer teleſcopiſches Sehen verſchwindet; habe ich ſchon in dem Anfange des Naturgemäldes berührt ‡). Möchte durch Lord Roſſe's Rieſenteleſcop doch endlich die Natur ſo wunderbarer planetariſcher Dunſtſcheiben erforſcht werden! Wenn es ſchon ſo ſchwierig iſt, ſich von den verwickelten dynamiſchen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder ſphäroidiſch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zuſammengedrängten und gegen das Centrum hin ſpecifiſch dichteren Sonnen (Fixſterne) ein Syſtem des Gleichgewichts bilden ||); ſo nimmt dieſe Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetariſchen Nebelſcheiben zu, welche eine ganz gleichförmige im Centrum gar nicht verſtärkte Helligkeit zeigen. Ein ſolcher Zuſtand iſt mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zuſtande vieler tauſend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photoſphäre zu vereinigen, die man in unſrer Sonne mit einer dünnen, undurchſichtigen oder doch ſehr ſchwach erleuchteten Dunſtſchicht bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetariſchen Nebelſcheibe nur darum ſo gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterſchied zwiſchen Centrum und Rand verſchwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmäßigen Nebel ſind William Herſchel's Nebelſterne (Nebulous Stars): d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben, welcher ſehr wahrſcheinlich in Beziehung zu dem Centralſterne ſteht und von dieſem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Roſſe und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erſcheint (Phil. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 15 und 16), ſelbſtleuchtend iſt und eine Photoſphäre wie bei unſerer Sonne bildet, ob er (was wohl weniger wahrſcheinlich) von der Centralſonne bloß erleuchtet wird: darüber herrſchen ſehr verſchiedenartige Meinungen. Derham und gewiſſermaßen auch Lacaille, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung viele Nebelſterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ſtänden und ſich auf dieſe projicirten. Mairan ſcheint zuerſt (1731) die Anſicht ausgeſprochen zu haben, daß die Nebelſterne von einer Licht-Atmoſphäre umgeben ſeien, die ihnen angehöre ¶). Man findet ſelbſt größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photoſphäre einen Durchmeſſer von 2 bis 3 Minuten hat **).

Eine Claſſe von Nebelflecken, welche von der bisher beſchriebenen ſogenannten regelmäßigen und immer wenigſtens ſchwach begrenzten gänzlich abweicht, ſind die großen

*) Outlines p. 603, Capreiſe § 47. Ein orangenrother Stern 8ter iſt in der Nähe von No. 3365; aber der planetariſche Nebel bleibt auch dann tief indigblau, wenn der rothe Stern nicht im Felde des Teleſcops iſt. Die Färbung iſt alſo nicht Folge des Contraſtes.

†) Kosmos Buch III. S. 455, 498 u. Anm. Der Begleiter und der Hauptſtern ſind blau oder bläulich in mehr als 63 Doppelſternen. Indigblaue Sternchen ſind eingemengt in den prachtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Capcat. (Dunlop's Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen ſteht am ſüdlichen Himmel (No. 573 von Dunlop, No. 3770 von John Herſchel). Es hat derſelbe $3\frac{1}{2}$ Minuten im Durchmeſſer, mit Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen ſind 14ter und 16ter Größe. (Capreiſe p. 119.)

‡) Kosmos Buch I. S. 39 u. Anm. Vergl. Outlines § 877.

||) Ueber die Verwickelung der dynamiſchen Verhältniſſe bei den partiellen Attractionen im Innern einer kugelrunden Sternhaufens, welcher für ſchwache Teleſcope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erſcheint, ſ. Sir John Herſchel in: Outl. of Astr. § 866 und 872, Capreiſe § 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501. Address of the President in dem Report of the 15th meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

¶) Mairan, Traité de l'Aurore boréale p. 280. Arago im Annuaire pour 1842 p. 403–413.

**) Andere Beiſpiele von Nebelſternen ſind nur 8" bis 9"·2 wie No. 311 und 450 des Cat. von 1833 § 31, mit Photoſphären von 1' 30" (Outlines § 879).

Nebelmassen von unregelmäßiger Gestaltung. Sie zeichnen sich durch die verschiedenartigsten unsymmetrischen Formen mit unbestimmten Umrissen und verwaschenen Rändern aus. Es sind räthselhafte Naturerscheinungen sui generis, die hauptsächlich zu den Meinungen von der Existenz kosmischen Gewölkes und selbstleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerstreut und dem Substratum des Thierkreislichtes ähnlich seien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contrast bieten solche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken, mit der kleinsten aller regulären, isolirten und ovalen Nebelscheiben, welche die Lichtstärke eines teleskopischen Sterns 14ter Größe hat, und zwischen dem Altar und dem Paradiesvogel in der südlichen Hemisphäre liegt*). Nicht zwei von den unsymmetrischen, diffusen Nebelmassen gleichen einander†); aber, setzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herschel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, ist, daß alle in oder sehr nahe den Rändern der Milchstraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können." Dagegen sind die regelmäßig gestalteten, meist wohlumgrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerstreut, theils zusammgedrängt fern von der Milchstraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemisphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fische. Sehr entfernt von dem sichtbaren Rande der Milchstraße (volle 15°) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmasse im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch sie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchstraße an, welcher von α und ε des Perseus sich gegen Aldebaran und die Hyaden zu verlieren scheint und dessen wir schon oben (Kosmos Buch III. S. 461) erwähnt haben. Die schönsten Sterne, welche der Constellation des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone sehr großer und wahrscheinlich uns näher Gestirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ε Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der südlichen Milchstraße bezeichnet‡).

Eine früher weit verbreitete ||) Meinung von einer Milchstraße der Nebelflecke, welche die Milchstraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig schneide, ist durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der symmetrischen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keineswegs ¶) bestätigt worden. Es giebt allerdings, wie eben erinnert worden ist, sehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchstraße, auch eine ansehnliche Fülle bei den Fischen am südlichen Pole; aber eine Zone, welche diese Pole mit einander verbände und durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen Unterbrechungen wegen nicht als ein größter Zirkel aufgefunden werden. William Herschel hatte 1784, am Schlusse der ersten Abhandlung über den Bau des Himmels, diese Ansicht auch nur mit der, den Zweifel nicht ausschließenden Vorsicht entwickelt, welche eines solchen Forschers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unsymmetrischen Nebeln sind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argûs, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre

---

*) Capreise p. 117 No. 3727, Pl. VI, fig. 16.

†) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel sind: die omega-artige (Capreise Pl. II. fig. 1 No. 2008; auch untersucht und beschrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen, der Wissenschaft zu früh entrissenen, nordamerikanischen Astronomen, Mr. Mason, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc. Vol. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreise p. 19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büschelförmigen, in denen die Nebelstrahlen bisweilen wie von einem Stern 9ter ausgehen (Pl. VI. fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büstenartig (Pl. IV fig. 4 No. 3078); eine Spaltöffnung, die einen fadenförmigen Nebel einschließt (No. 3501 Pl. IV. fig. 2). Outlines § 883, Capreise § 121.

‡) Kosmos Buch III. S. 461; Outlines § 785.

||) Kosmos Buch I. S. 75 und Anmerk.); Sir John Herschel, erste Ausgabe des Handbuchs der Astronomie (a Treatise on Astronomy 1833, in Lardner's Cabinet Cyclopaedia) § 616; Littrow, theoretische Astronomie 1834 Th. II. § 234.

¶) S. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und Capreise § 96 und 107. „A zone of nebulae," sagt Sir John Herschel, „encircling the heavens, has so many interruptions and is so faintly marked out through by far the greater part of the circumference, that its existence as such can be hardly more than suspected."

außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichnisses von Messier) durch ihre besondere Gestalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdte des Orion betrifft, so ist schon früher bemerkt worden, daß Galilei, der sich so viel mit den Sternen zwischen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beschäftigt*), ja eine Karte dieser Gegend entworfen hat, nie dieselben erwähnt. Was er Nebulosa Orionis nennt und neben Nebulosa Praesepe abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne (stellarum constipatarum) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem Sidereus Nuncius § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (α Orionis) reicht, erkenne ich über dem Stern ι den vielfachen Stern θ. Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben sich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdte nicht isolirt steht, sondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern θ bildet, so möchte dem großen Florentiner Beobachter deshalb seine individuelle Existenz und seine Gestaltung entgangen sein. Es war derselbe ohnedies wenig zur Annahme von Nebeln geneigt†). Erst 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahr 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung desselben in dem Systema saturnium, das 1659 erschien. „Als ich," sagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige schwache Phasen des Planeten beobachtete; ist mir in den Fixsternen eine Erscheinung vorgekommen, welche meines Wissens bisher noch von Niemand beobachtet worden ist und nur durch solche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdt des Orions werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahre 1656 den mittleren dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts seltenes ist. Von diesen waren (wieder) drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: so daß der Raum um sie her, gestaltet, wie er in der beigefügten Figur gezeichnet ist, viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die Erscheinung, als gebe es hier eine Oeffnung (hiatus), eine Unterbrechung. Alles dies sah ich bis auf den heutigen Tag, mehrmals und in derselben Gestalt unverändert: also, daß dies Wunderwesen, was es auch sein möge, dort seinen Sitz wahrscheinlich für immer hat. Etwas ähnliches habe ich bei den übrigen Fixsternen nie gesehen." (Der 54 Jahre früher von Simon Marius beschriebene Nebelfleck der Andromeda war ihm also unbekannt oder hatte ihm wenig Interesse erregt!) „Was man sonst für Nebel hielt," setzt Huygens hinzu, „selbst die Milchstraße, durch Fernröhre betrachtet, zeigen nichts nebelartiges, und sind nichts anderes als eine in Haufen zusammengedrängte Vielzahl von Sternen‡)." Die Lebhaftigkeit dieser ersten Beschreibung zeugt von der Frische und Größe

*) Es ist wohl kein Zweifel," schreibt Dr. Galle, daß in der Zeichnung (Opere di Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14 No. 20), welche Sie mir mittheilen, auch der Gürtel des Orion und das Schwerdt mit enthalten sind, folglich auch der Stern 3; aber bei der augenfälligen Ungenauigkeit der Abbildung sind die drei kleinen Sterne am Schwerdte, deren mittelster 3 ist und die (für das unbewaffnete Auge) wie in gerader Linie stehen, schwer herauszufinden. Ich vermuthe, daß Sie den Stern 2 richtig bezeichnet haben, und daß der helle Stern rechts daneben oder der Stern unmittelbar darüber 3 ist." Galilei sagt ausdrücklich: „in primo integrum Orionis Constellationem pingere decreveram; verum, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli." Die Beschäftigung Galilei's mit der Constellation des Orion ist um so merkwürdiger, als 400 Sterne, die er zwischen dem Gürtel und dem Schwerdte auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 298), spät nach Lambert (cosmolog. Briefe 1760 S. 155) zu der unrichtigen Schätzung von 1650000 Sternen am ganzen Firmament (Struve, Astr. stellaire p. 14 und note 16) verleiteten.

†) Kosmos Buch II. S. 369.

‡) „Ex his autem tres illae pene inter se aequidistantes stellae, cumque his aliae quatuor, velut tractu nebulam lucebant: ita ut spatium circa ipsas, quae forma hic conspicitur, multo illustrius appareret reliquo omni caelo; quod cum apprime serenum esset ac cerneretur nigerrimum, velut hiatu quodam interruptum videbatur, per quem in plagam magis lucidam esset prospectus. Idem vero in hanc usque diem nihil immutata facie saepius atque eodem loco conspexi; adeo ut perpetuum illic sedem habere credibile sit hoc quidquid est portenti: cui certe si-

des Eindrucks; aber welch ein Abſtand von dieſer erſten Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommenen von Picard, Le Gentil und Meſſier bis zu den herrlichen Zeichnungen von Sir John Herſchel (1837) und William Cranch Bond (1848), dem Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von Nordamerika*)!

Der erſte unter den zwei zuletzt genannten Aſtronomen hat den großen Vorzug†) gehabt, den Orions-Nebel ſeit 1834 am Vorgebirge der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem 20füßigen Reflector zu beobachten und ſeine frühere‡) Abbildung von 1824—1826 noch zu vervollkommnen. In der Nähe von θ Orionis wurde die Poſition von 150 Sternen, meiſt 15ter bis 18ter Größe, beſtimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umgeben iſt, wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4te Stern ward (1666?) von Dominicus Caſſini in Bologna‖) entdeckt; der 5te (γ') im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe iſt (α'), im Jahr 1832 von Sir John Herſchel. Der Director der Sternwarte des Collegio Romano, de Vico, hat angekündigt, im Anfange des Jahres 1839 durch ſeinen großen Refractor von Cauchoir innerhalb des Trapezes ſelbſt noch drei andere Sterne aufgefunden zu haben. Sie ſind von Herſchel dem Sohne und von William Bond nicht geſehen worden. Der Theil des Nebels, welcher dem faſt unnebligen Trapez am nächſten liegt und gleichſam den vorderen Theil des Kopfes, über dem Rachen, die Regio Huygeniana, bildet; iſt fleckig, von körniger Textur, und durch das Rieſenteleſcop des Earl of Roſſe wie in dem großen Refractor von Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Sternhaufen aufgelöſt¶). Unter den genauen neuen Beobachtern haben auch Lamont in München, Cooper und Laſſell in England viele Poſitionen kleiner Sterne beſtimmt; der erſtere hat eine 1200malige Vergrößerung angewandt. Von Veränderungen in dem relativen Glanze und den Umriſſen des großen Orions-Nebels glaubte Sir William Herſchel ſich durch Vergleichung ſeiner eigenen, mit denſelben Inſtrumenten angeſtellten Beobachtungen von 1783—1811 überzeugt zu haben**). Bouillaud und Le Gentil hatten eben dies vom Nebel der Andromeda behauptet. Die gründlichen Unterſuchungen von Herſchel dem Sohne machen dieſe, für erwieſen gehaltenen, kosmiſchen Veränderungen auf das wenigſte überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um η Argûs. — Es liegt derſelbe in der, durch ihren pracht-

---

mile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeterae nebulosae olim existimatae, atque ipsa via lactea, perspicillo inspectae, nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurium stellarum congeries et frequentia." Christiani Hugenii Opera varia Lugd. Bat. 1724 p. 540-541. Die Vergrößerung, welche Huygens in ſeinem 23füßigen Refractor anwandte, ſchätzte er ſelbſt nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae trans nebulam lucentes die Sterne des Trapez? Die kleine, ſehr rohe Zeichnung (Tab. XLVII fig. 4, phenomenon in Orione novum) ſtellt nur eine Gruppe von 3 Sternen dar; allerdings neben einem Einſchnitte, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht ſind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe ſind, verzeichnet. Auch rühmt Dominicus Caſſini, daß der vierte Stern erſt von ihm geſehen worden ſei.

*) William Cranch Bond in den Transact. of the American Acad. of Arts and Sciences, new Series, Vol. III. p. 87–96.

†) Capreiſe § 54–69 Pl. VIII; Outlines § 837 und 885 Pl. IV, fig. 1.

‡) Sir John Herſchel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487–495 Pl. VII und VIII. Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des von ſo vielen Aſtronomen durchforſchten Orions-Nebels.

‖) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II, p. 700. Caſſini rechnete die Erſcheinung dieſes vierten Sternes („aggiunta della quarta stella alle tre contigue") zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in ſeiner Zeit erlitten habe.

¶) „It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector, or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., it is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts." (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv verſehenen Refractor anwandte, ſagt: „there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star." (Mem. of the Amer. Acad., new Serie Vol. III, p. 93).

**) Philos. Transact. for the ear 1811 Vol. CI, p. 324.

vollen Lichtglanz so ausgezeichneten Region der Milchstraße, welche sich von den Füßen des Centaur durch das südliche Kreuz nach dem mittleren Theile des Schiffes hinzieht. Das Licht, welches diese Region ausgießt, ist so außerordentlich, daß ein genauer, in der Tropenwelt von Indien heimischer Beobachter, der Capitän Jacob, ganz mit meiner vierjährigen Erfahrung übereinstimmend, bemerkt: man werde, ohne die Augen auf den Himmel zu richten, durch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den Aufgang des Kreuzes und der dasselbe begleitenden Zone erinnert*). Der Nebelfleck, in dessen Mitte der durch seine Intensitäts-Veränderungen so berühmt gewordene†) Stern η Argûs liegt, bedeckt über 1/7 eines Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel selbst, in viele unförmliche Massen vertheilt, die von ungleicher Lichtstärke sind, zeigt nirgends das gesprenkelte, körnige Ansehen, welches die Auflösung ahnden läßt. Er umschließt ein sonderbar geformtes, leeres, mit einem sehr schwachen Lichtschein bedecktes, ausgeschweiftes Lemniscat-Oval. Eine schöne Abbildung der ganzen Erscheinung, die Frucht von zweimonatlichen Messungen, findet sich in den Cap-Beobachtungen von Sir John Herschel‡). Dieser hat in dem Nebelfleck von η Argûs nicht weniger als 1216 Positionen von Sternen, meist 14ᵐ bis 16ᵐ, bestimmt. Die Reihenfolge derselben erstreckt sich noch weit außerhalb des Nebels in die Milchstraße hinein, wo sie sich auf den schwärzesten Himmelsgrund projiciren und von ihm abheben. Sie stehen daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel selbst und liegen wahrscheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der Milchstraße ist übrigens so reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß zwischen RA. 9ʰ 50′ und 11ʰ 34′ durch den teleskopischen Aich-Proceß (star-gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3138 Sterne gefunden worden sind. Diese Sternmenge steigt sogar bis 5093 in den Aichungen (sweeps) für RA. 11ʰ 24′; das sind für einen Quadratgrad Himmelsgewölbe mehr Sterne, als dem unbewaffneten Auge am Horizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ster bis 6ter Größe sichtbar werden‖).

Der Nebelfleck im Schützen. — Er ist von beträchtlicher Größe, wie aus vier einzelnen Massen zusammengesetzt (RA. 17ʰ 53′, N. P. D. 114° 21′), deren eine wiederum dreitheilig ist. Alle sind durch nebelfreie Stellen unterbrochen, und das Ganze war schon von Messier unvollkommen gesehen¶).

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irreguläre Massen, von denen eine einen sehr schmalen, getheilten Strang bildet, welcher durch den Doppelstern η Cygni geht. Den Zusammenhang der so ungleichen Nebelmassen durch ein sonderbares zellenartiges Gewebe hat zuerst Mason erkannt**).

Der Nebelfleck im Fuchse: — von Messier unvollkommen gesehen, No. 27 seines Verzeichnisses; aufgefunden bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'schen Cometen von 1779. Die genaue Bestimmung der Position (RA. 19° 52′, N. P. D. 67° 43′) und die erste Abbildung sind von Sir John Herschel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht unregelmäßige Gestalt hat, zuerst den Namen Dumb-bell, bei Anwendung eines Reflectors mit 18zölliger Oeffnung (Philos. Transact. for 1833 No. 2060 fig. 26; Outlines § 881). Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eisernen, bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben, zu beiden Seiten kugelförmig endigend, deren man sich in England zur Stärkung der Muskeln gymnastisch bedient) ist in einem Reflector von Lord Rosse††) mit dreifüßiger Oeffnung ver-

*) Such is the general blaze from that part of the sky," sagt der Capitän Jacob (Bombay Engineers) zu Punah, „that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon." Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 4. p. 445.

†) Kosmos Buch III. S. 480 und 481.

‡) Capreise § 70–90 Pl. IX, Outlines § 887 Pl. IV fig. 2.

‖) Kosmos Buch II. S. 246.

¶) Capreise § 24 Pl. I fig. 1 No. 3721 des Cat.; Outl. § 888.

**) Nebel im Schwan, theilweise RA. 20ʰ 49′, N. P. D. 58° 27′ Outlines § 891). Vergl. Cat. von 1833 No. 2092, Pl. XI. fig. 34.

††) Vergl. die Abbildungen Pl. II. fig. 2 mit Pl. V in den Thoughts on some important points relating

ſchwunden (ſ. deſſen wichtige neueſte Abbildung, Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII. fig. 17). Die Auflöſung in zahlreiche Sterne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemiſcht.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhunde. — Er wurde von Meſſier aufgefunden am 13. October 1773 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am linken Ohre des Aſterion, ſehr nahe bei η (Benetnaſch) am Schwanz des Großen Bären (No. 51 Meſſier, und 1622 des großen Verzeichniſſes in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigſten Erſcheinungen am Firmamente, ſowohl wegen der wunderſamen Geſtaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten, formumwandelnden Wirkung, welche der 6füßige Spiegel des Lord Roſſe auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegelteleſcop von Sir John Herſchel zeigte ſich der Nebelfleck kugelrund, von einem weit abſtehenden Ringe umgeben, ſo daß er gleichſam ein Bild unſerer Sternſchicht und ihres Milchſtraßen-Ringes darſtellte *). Das große Teleſcop von Parſonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein ſchneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira, deren Windungen uneben erſcheinen, und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelrunde Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieſes Gegenſtandes (dieſelbe, welche Lord Roſſe der Gelehrten-Verſammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht †). Die vollkommenſte iſt aber die von Mr. Johnſtone Stoney, Philos. Transact. 1850 Part 1. Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Meſſier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig, ausführlicher als es in dem allgemeinen Naturgemälde ‡) hat geſchehen können, von einem Gegenſtande zu reden, welcher in der Welt der Geſtaltungen, die das geſammte Firmament darbietet, einzig iſt, ja, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, die landſchaftliche Anmuth der ſüdlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellaniſchen Wolken, welche wahrſcheinlich zuerſt von portugieſiſchen, dann von holländiſchen und däniſchen Piloten Cap-Wolken genannt wurden ||), feſſeln, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre ſie individualiſirende Iſolirtheit, ihr gemeinſames Kreiſen um den Südpol, doch in ungleichen Abſtänden, auf das lebhafteſte die Aufmerkſamkeit des Reiſenden. Daß diejenige Benennung, welche ſich auf Magellan's Weltumſeglung bezieht, nicht die ältere ſei, wird durch die ausdrückliche Erwähnung und Beſchreibung der kreiſenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corſali in der Reiſe nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands des Catholiſchen, Petrus Martyr de Angbiera, in ſeinem Werke de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. IX p. 96 widerlegt ¶). Die hier bezeichneten Angaben ſind beide vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan's, in ſeinem Reiſejournale der nebbiette nicht eher als im Januar 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der patagoniſchen Meerenge in die Südſee gelangte. Der ſehr alte Name Cap-Wolken iſt übrigens nicht durch die Nähe der, noch ſüdlicheren Conſtellation des Tafelberges entſtanden, da letztere erſt von Lacaille eingeführt worden iſt. Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf den wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleuten gefürchtete, ſturmverkündende

---

to the System of the World 1846 (von Dr. Nichol, Profeſſor der Aſtronomie zu Glasgow) p. 22. „Lord Rosse describes and figures this Nebula as resolved into numerous stars, *with intermixed nebula*," ſagt Sir John Herſchel in den Outlines p. 607.

*) Kosmos Buch I. S. 75 und Anmerkung ‡), wo der Nebelfleck No. 1622 a brother-system genannt iſt.

†) Report of the 15th meeting of the British Association for the advancement of Science, Notices p. 4; Nichol, Thoughts p. 23 (vergl. Pl. II fig. 1 mit Pl. VI). In den Outlines § 882 heißt es: „the whole, if not clearly resolved into stars, has a *resolvable* character, which evidently indicates its composition."

‡) Kosmos Buch I. S. 39 und Anm. *).

||) Lacaille in den Mém. de l'Acad. Année 1755 p. 195. Es iſt eine ſchädliche Verwirrung der Terminologie, wie Horner und Littrow, auch die Kohlenſäcke Magellaniſche Flecken oder Cap-Wolken zu nennen.

¶) Kosmos Buch II. S. 345 und Anm. *).

Erscheinung einer kleinen Wolke auf seinem Gipfel. Wir werden bald sehen, daß die beiden Nubeculae, in der südlichen Hemisphäre lange bemerkt, aber namenlos geblieben, mit Ausdehnung der Schifffahrt und zunehmender Belebtheit gewisser Handelsstraßen Benennungen erhielten, welche durch diese Handelsstraßen selbst veranlaßt wurden.

Die frequente Beschiffung des indischen Meeres, welches das östliche Afrika bespült, hat am frühesten, besonders seit der Zeit der Lagiden und der Mosun-Fahrten, Seefahrer mit den dem antarctischen Pole nahen Gestirnen bekannt gemacht. Bei den Arabern findet man, wie bereits oben erwähnt worden ist, schon in der Mitte des zehnten Jahrhunderts einen Namen für die größere der Magellanischen Wolken. Sie ist, wie Ideler aufgefunden, identisch mit dem (weißen) Ochsen, el-bakar, des berühmten Astronomen, Derwisch Abdurrahman Susi aus Rai, einer Stadt des persischen Irak. Es sagt derselbe in der Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, die er am Hofe der Sultane aus der Dynastie der Buyiden anfertigte: „unter den Füßen des Suhel (es ist hier ausdrücklich der Suhel des Ptolemäus, also Canopus, gemeint, wenn gleich die arabischen Astronomen auch mehrere andere große Sterne des Schiffes, el-sofina, Suhel nannten) steht ein weißer Fleck, den man weder in Irak (in der Gegend von Bagdad) noch im Nedschd (Nedjed), dem nördlicheren und gebirgigeren Arabien, sieht, wohl aber in der südlichen Tehama zwischen Mekka und der Spitze Yemen, längs der Küste des rothen Meeres*)." Die relative Position des weißen Ochsen zum Canopus ist hier für das unbewaffnete Auge genau genug angegeben; denn die Rectascension von Canopus ist 6h 20', und der östliche Rand der Großen Magellanischen Wolke hat die Rectascension 6h 9'. Die Sichtbarkeit der Nubecula major in nördlichen Breiten hat durch die Präcession seit dem 10ten Jahrhunderte sich nicht erheblich ändern können, indem dieselbe in den nächst verflossenen Jahrtausenden das Maximum ihrer Entfernung vom Norden erreichte. Wenn man die neue Ortsbestimmung der Großen Wolke von Sir John Herschel annimmt, so findet man, daß zur Zeit von Abdurrahman Susi der Gegenstand bis 17° nördlicher Breite vollständig sichtbar war; gegenwärtig ist es ohngefähr bis 18°. Die südlichen Wolken konnten also gesehen werden im ganzen südwestlichen Arabien, in dem Weihrauchlande von Hadhramaut, wie in Yemen, dem alten Cultursitze von Saba und der früh eingewanderten Joctaniden. Die südlichste Spitze von Arabien bei Aden, an der Straße von Bab-el-Mandeb, hat 12° 45', Loheia erst 15° 44' nördlicher Breite. Die Entstehung vieler arabischer Ansiedlungen an der Ostküste von Afrika zwischen den Wendekreisen, nördlich und südlich vom Aequator, trug natürlich auch zur specielleren Kenntniß der südlichen Gestirne bei.

Gebildetere europäische (vor allen catalanische und portugiesische) Piloten besuchten zuerst die Westküste Afrika's jenseits der Linie. Unbezweifelte Documente: die Weltkarte von Marino Sanuto Torsello aus dem Jahre 1306, das genuesische Portulano Mediceo (1351), das Planisferio de la Palatina (1417) und das Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese (zwischen 1457 und 1459); beweisen, wie schon 178 Jahre vor der sogenannten ersten Entdeckung des Cabo tormentoso (Vorgebirge der guten Hoffnung), durch Bartholomäus Diaz im Monat Mai 1487, die triangulare Configuration der Süd-Extremität des afrikanischen Continents bekannt war†). Die mit Gama's Expedition schnell zunehmende

*) Ideler, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. XLIX und 262. Der Name Abdurrahman Susi ist von Ulugh Beg abgekürzt aus: Abdurrahman Ebn-Omar Ebn-Mohammed Ebn-Sahl Abu'l-Hassan el-Susi el-Razi. Ulugh Beg, der, wie Nassir-eddin, die Ptolemäischen Stern-Positionen durch eigene Beobachtungen (1437) verbesserte, gesteht, aus der Arbeit des Abdurrahman Susi 27 Positionen südlicher, in Samarkand nicht sichtbarer Sterne entlehnt zu haben.

†) Vergl. meine geographischen Untersuchungen über die Entdeckung der Südspitze von Afrika, und über die Behauptungen des Cardinals Zurla und Gräfen Baldelli, im Examen crit. de l'hist. de la Géogr. au 15me et 16me siècles T. I. p. 229–348. Die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung welches Martin Behaim Terra Fragosa, nicht Cabo Tormentoso nennt, geschah, sonderbar genug, als Diaz von Osten kam, aus der Bai von Algoa (Lat. Br. 33° 47', über 7° 18' östlich von der Tafelbai); Lichtenstein im vaterländischen Museum, Hamburg 1810 S. 372–389.

Wichtigkeit eines ſolchen Handelsweges iſt wegen des gemeinſamen Zieles aller weſt-afrikaniſchen Reiſen die Veranlaſſung geweſen, daß den beiden ſüdlichen Nebelwolken die Benennung Cap-Wolken von den Piloten, als ſonderbarer, auf Capreiſen geſehener Himmelserſcheinungen, beigelegt wurde.

An der Oſtküſte von Amerika haben die fortgeſetzten Beſtrebungen, bis jenſeits des Aequators, ja bis an die Südſpitze des Continents, vorzudringen, von der Expedition des Alonſo de Hojeda, welchen Amerigo Veſpucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Magellan mit Sebaſtian del Cano (1521) und von Garcia de Loayſa *) mit Franciſco de Hoces (1525), die Aufmerkſamkeit der Seefahrer ununterbrochen auf die ſüdlichen Geſtirne gerichtet. Nach den Tagebüchern, die wir beſitzen, und nach den hiſtoriſchen Zeugniſſen von Anghiera iſt dies vorzugsweiſe geſchehen bei der Reiſe von Amerigo Veſpucci und Vicente Yanez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge San Auguſtin (8° 20′ ſüdl. Br.) entdeckt wurde. Veſpucci rühmt ſich drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi risplendenti) geſehen zu haben. Nach einem Verſuche, welchen Ideler, der ſcharfſinnige Verfaſſer der Werke über die Sternnamen und die Chronologie, gemacht hat, Veſpucci's ſehr verworrene Beſchreibung des ſüdlichen Himmels in dem Briefe an Pierfranceſco de' Medici, von der Parthei der Popolani, zu erläutern, gebrauchte jener das Wort Canopus auf eine eben ſo unbeſtimmte Weiſe als die arabiſchen Aſtronomen das Wort Suhel. Ideler erweiſt: „der Canopo fosco nella via lattea ſei nichts anderes als der ſchwarze Flecken oder Große Kohlenſack im ſüdlichen Kreuze geweſen; und die Poſition von drei Sternen, in denen man α, β und γ der kleinen Waſſerſchlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchſt wahrſcheinlich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von beträchtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplendente die Nubecula minor ſei †)." Es bleibt immer ſehr auffallend, daß Veſpucci dieſe am Firmament neu geſehenen Gegenſtände nicht, wie alle anderen Beobachter beim erſten Anblicke gethan, mit Wolken verglichen habe. Man ſollte glauben, eine ſolche Vergleichung biete ſich unwiderſtehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der mit allen Entdeckern perſönlich bekannt war und deſſen Briefe unter dem lebendigen Eindrucke ihrer Erzählungen geſchrieben ſind, ſchildert unverkennbar den milden, aber ungleichen Lichtglanz der Nubeculae. Er ſagt: „Assecuti sunt Portugallenses alterius poli gradum quinquagesimum amplius, ubi punctum (polum?) circumeuntes *quasdam nubeculas* licet intueri, veluti in lactea via sparsos fulgores per uni versicoeli globum intra ejus spatii latitudinem ‡)." Der glänzende Ruf und die lange Dauer der Magellaniſchen Weltumſeglung (vom Auguſt 1519 bis September 1522), der lange Aufenthalt einer zahlreichen Mannſchaft unter dem ſüdlichen Himmel verdunkelte die Erinnerung an alles früher beobachtete, und der Name Magellaniſcher Wolken verbreitete ſich unter den ſchifffahrenden Nationen des Mittelmeeres.

Wir haben hier in einem einzelnen Beiſpiele gezeigt, wie die Erweiterung des geographiſchen Horizonts gegen Süden der beſchauenden Aſtronomie ein neues Feld geöffnet hat. Den Piloten boten ſich unter dem neuen Himmel beſonders vier Gegenſtände der Neugier dar: das Aufſuchen eines ſüdlichen Polarſterns; die Geſtalt des ſüdlichen

*) Die wichtige, nicht genug beachtete Entdeckung der Südſpitze des Neuen Continents unter 55° ſüdl. Breite (Urdaneta's Tagebuch bezeichnet die Entdeckung ſehr charakteriſtiſch durch die Worte: acabamiento de tierra, das Aufhören des Landes) gehört dem Franciſco de Hoces, welcher eines der Schiffe der Expedition von Loayſa 1525 befehligte. Er ſah wahrſcheinlich einen Theil des Feuerlandes weſtlich von der Staaten-Inſel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz-Roy 55° 58′ 41″. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. V. p. 28 und 404.

†) Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 295–316; T. V. p. 225–229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346).

‡) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec. III lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numeriſchen Angaben Dec. II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweiſen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellaniſchen Wolken gedacht wird, zwiſchen 1514 und 1516, alſo unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals Rio de Solis, una mar dulce), geſchrieben iſt. Die Breiten-Angabe iſt ſehr übertrieben.

Kreuzes, das ſenkrechte Stellung hat, wenn es durch den Meridian des Beobachtungsortes geht; die Kohlenſäcke und die kreiſenden Lichtwolken. Wir lernen aus der in viele Sprachen überſetzten Anweiſung zur Schiffahrt (Arte de Navegar lib. V cap. 11) von Pedro de Medina, zuerſt herausgegeben 1545, daß ſchon in der erſten Hälfte des 16ten Jahrhunderts Meridianhöhen des Cruzero zu Beſtimmung der Breite angewandt wurden. Auf das bloße Beſchauen folgte alſo ſchnell das Meſſen. Die erſte Arbeit über Stern-Poſitionen nahe am antarctiſchen Pole wurde durch Abſtände von bekannten Tychoniſchen Sternen der Rudolphiniſchen Tafeln erlangt; ſie gehört, wie ich ſchon früher bemerkt habe *), dem Petrus Theodori aus Emden und dem Friedrich Houtman aus Holland, welcher um das Jahr 1594 in den indiſchen Meeren ſchiffte, an. Die Reſultate ihrer Meſſungen wurden bald in die Sterncataloge und Himmelsgloben von Blaeuw (1601), Bayer (1603) und Paul Mercula (1605) aufgenommen. Das ſind die ſchwachen Anfänge zur Ergründung der Topographie des ſüdlichen Himmels vor Halley (1677), vor den verdienſtvollen aſtronomiſchen Beſtrebungen der Jeſuiten Jean de Fontaney, Richaud und Noël. Es bezeichnen in innigem Zuſammenhange die Geſchichte der Aſtronomie und die Geſchichte der Erdkunde jene denkwürdigen Epochen, in denen (kaum erſt ſeit drittehalbhundert Jahren) das kosmiſche Bild des Firmaments wie das Bild von den Umriſſen der Continente vervollſtändigt werden konnten.

Die Magellaniſchen Wolken, von welchen die größere 42, die kleine 10 Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedeckt, laſſen dem bloßen Auge allerdings auf den erſten Anblick denſelben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchſtraße von gleicher Größe machen würden, wenn ſie iſolirt ſtänden. Bei hellem Mondſchein verſchwindet indeß die Kleine Wolke gänzlich, die Große verliert nur beträchtlich von ihrem Lichte. Die Abbildung, welche Sir John Herſchel gegeben hat, iſt vortrefflich und ſtimmt genau mit meinen lebhafteſten peruaniſchen Erinnerungen überein. Der angeſtrengten Arbeit dieſes Beobachters im Jahr 1837 am Vorgebirge der guten Hoffnung verdankt †) die Aſtronomie die erſte genaue Analyſe eines ſo wunderbaren Aggregats der verſchiedenartigſten Elemente. Er fand einzelne zerſtreute Sterne in großer Zahl; Sternſchwärme und kugelförmige Sternhaufen; ovale reguläre und irreguläre Nebelflecke, mehr zuſammengedrängt als in der Nebelzone der Jungfrau und des Haupthaars der Berenice. Die Nubeculae ſind alſo eben wegen dieſes complicirten Aggregat-Zuſtandes weder (wie nur zu oft geſchehen) als außerordentlich große Nebelflecke, noch als ſogenannte abgeſonderte Theile der Milchſtraße zu betrachten. In dieſer gehören runde Sternhaufen und beſonders ovale Nebelflecke zu den ſeltenen Erſcheinungen ‡): eine kleine Zone abgerechnet, welche zwiſchen dem Altar und dem Schwanz des Scorpions liegt.

Die Magellaniſchen Wolken hangen weder unter einander noch mit der Milchſtraße durch einen erkennbaren Nebelduft zuſammen. Die Kleine liegt, außer der Nähe des Sternhaufens im Toucan ‖), in einer Art von Sternwüſte; die Große in einem minder öden Himmelsraume. Der letzteren Bau und innere Geſtaltung iſt ſo verwickelt, daß in

*) Kosmos Buch II. S. 345, Buch III. S. 442 und 456.

†) Kosmos Buch I. S. 39 und Anm. *). Vergl. Captriſe p. 143–164; die beiden Magellaniſchen Wolken, wie ſie dem bloßen Auge erſcheinen, Pl. VII; teleſcopiſche Analyſe der Nubecula major Pl. X; der Nebelfleck des Dorado beſonders dargeſtellt Pl. II fig. 4 (§ 20–23). Outlines § 892–896, Pl. V fig. 1, und James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 Part 1. p. 147–151. — So irrig waren die Anſichten der erſten Beobachter, daß der, von Dominicus Caſſini ſehr geſchätzte Jeſuit Fontaney, welchem man viele werthvolle aſtronomiſche Beobachtungen aus Indien und China verdankt, noch 1685 ſchreibt: „Le grand et le petit Nuages sont deux choses singulières. Ils ne paroissent aucunement un amas d'étoiles comme *Præsepe Cancri*, ni même une lueur sombre, comme la Nébuleuse d'Andromède. On n'y voit presque rien avec de très grandes lunettes, quoique sans se recours on les voye fort blancs, particulièrement le grand Nuage." Lettre du Père de Fontaney au Père de la Chaize, Confesseur du Roi, in den Lettres édifiantes Recueil VII. 1703 p. 78, und Hist. de l'Acad. des Sciences dep. 1686–1699 (T. II. Paris 1733) p. 19. — Ich bin im Texte bei der Beſchreibung der Magellaniſchen Wolken allein der Arbeit von Sir John Herſchel gefolgt.

‡) Kosmos Buch III. S. 480 und Anm. †).

‖) A. a. O. S. 485 und Anm. *).

derſelben Maſſen (wie No. 2878 des Herſchel'ſchen Verzeichniſſes) gefunden werden, welche den Aggregat-Zuſtand und das Bild der ganzen Wolke genau wiederholen. Des verdienſtvollen Horner's Vermuthung, als ſeien die Wolken einſt Theile der Milchſtraße geweſen, in der man gleichſam ihre vormaligen Stellen erkenne; iſt eine Mythe, und eben ſo ungegründet als die Behauptung, daß in ihnen ſeit Lacaille's Zeiten eine Fortbewegung, eine Veränderung der Poſition zu bemerken ſei. Dieſe Poſition iſt wegen Unbeſtimmtheit der Ränder in Fernröhren von kleinerer Oeffnung früher unrichtig angegeben worden; ja Sir John Herſchel erwähnt, daß auf allen Himmelsgloben und Sternkarten die Kleine Wolke faſt um eine Stunde in Rectaſcenſion falſch eingetragen wird. Nach ihm liegt Nubecula minor zwiſchen den Meridianen von $0^h\ 28'$ und $1^h\ 15'$, N. P. D. 162° und 165°; Nubecula major RA. $4^h\ 40' - 6^h\ 0'$ und N. P. D. 156° — 162°. Von Sternen, Nebelflecken und Clusters hat er in der erſteren nicht weniger als 919, in der letzteren 244 nach Geradaufſteigung und Abweichung verzeichnet. Um die drei Claſſen von Gegenſtänden zu trennen, habe ich in dem Verzeichniß gezählt:

in Nub. major 582 Sterne, 291 Nebelflecke, 46 Sternhaufen;
in Nub. minor 200 „ 37 „ 7 „

Die geringere Zahl der Nebel in der Kleinen Wolke iſt auffallend. Das Verhältniß derſelben zu den Nebeln der Großen Wolke iſt wie 1 : 8, während das Verhältniß der iſolirten Sterne ſich ohngefähr wie 1 : 3 ergiebt. Dieſe verzeichneten Sterne, faſt 800 an der Zahl, ſind meiſtentheils 7ter und 8ter Größe, einige 9ter bis 10ter. Mitten in der Großen Wolke liegt ein ſchon von Lacaille erwähnter Nebelfleck, 30 Doradûs Bode (No. 2941 von John Herſchel), von einer Geſtalt, welcher keine andere am Himmel gleich kommen ſoll. Es nimmt dieſer Nebelfleck kaum $^1/_{500}$ der Area der ganzen Wolke ein; und doch hat Sir John Herſchel die Poſition von 105 Sternen 14ter bis 16ter Größe in dieſem Raume beſtimmt: Sternen, die ſich auf den ganz unaufgelöſten, gleichförmig ſchimmernden, nicht ſtückigen Nebel projiciren *).

Den Magellaniſchen Lichtwolken gegenüber kreiſen um den Südpol in größerem Abſtande die Schwarzen Flecken, welche früh, am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, die Aufmerkſamkeit portugieſiſcher und ſpaniſcher Piloten auf ſich gezogen haben. Sie ſind wahrſcheinlich, wie ſchon geſagt, unter den drei Canopen, deren Amerigo Veſpucci in ſeiner dritten Reiſe erwähnt, der Canopo fosco. Die erſte ſichere Andeutung der Flecken finde ich in der 1ſten Decade von Anghiera's Werke de rebus Oceanicis (Dec. I. lib. 9. ed 1533 p. 20. b). „Interrogati a me nautae qui Vicentium Agnem Pinzonum fuerant comitati (1499), an antarcticum viderint polum: stellam se nullam huic arcticae similem, quae discerni circa punctum (polum?) possit, cognovisse inquiunt. Stellarum tamen aliam, ajunt, se prospexisse faciem densamque quandam ab horizonte vaporosam caliginem, quae oculos fere obtenebraret." Das Wort stella wird hier wie ein himmliſches Gebilde genommen; und die Erzählenden mögen ſich freilich wohl nicht ſehr deutlich über eine caligo, welche die Augen verfinſtert, ausgedrückt haben. Befriedigender ſpricht Pater Joſeph Acoſta aus Medina del Campo über die Schwarzen Flecken und die Urſach dieſer Erſcheinung. Er vergleicht ſie in ſeiner Historia natural de las Indias (lib. I cap. 2) in Hinſicht auf Farbe und Geſtalt mit dem verfinſterten Theile der Mondſcheibe. „So wie die Milchſtraße," ſagt er, „glänzender iſt, weil ſie aus dichterer Himmels-Materie beſteht, und deshalb mehr Licht ausſtrahlt; ſo ſind die ſchwarzen Flecken, die man in Europa nicht ſieht, ganz ohne Licht, weil ſie eine Region des Himmels bilden, welche leer, d. h. aus ſehr undichter und durchſichtiger Materie zuſammengeſetzt, iſt." Wenn ein berühmter Aſtronom in dieſer Beſchreibung die

*) Vergl. Capreiſe § 20–23 und 133, die ſchöne Abbildung Pl. II fig. 4 und ein Special-Kärtchen auf der graphiſchen Analyſe Pl. X, wie Outlines § 896 Pl. V. fig. 1.

Sonnenflecken erkannt hat*); so ist dies nicht minder sonderbar, als daß der Missionar Richaud (1689) Acosta's manchas negras für die Magellanischen Lichtwolken hält†).

Richaud spricht übrigens, wie die ältesten Piloten, von Kohlensäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen im Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere wird in anderen Beschreibungen gar wieder in zwei, von einander getrennte Flecken getheilt. Diese beschreiben Feuillée, in den ersten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Herner (in einem Briefe von 1804 aus Brasilien, an Olbers gerichtet) als unbestimmter und an den Rändern verwaschen ‡). Ich habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coalbags der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden können; und da ich geneigt war, es der zu tiefen Stellung der Constellation zuzuschreiben, so wandte ich mich um Belehrung an Sir John Herschel und den Director der Hamburger Sternwarte, Herrn Rümker, welche in viel südlicheren Breiten als ich gewesen sind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung, ebenfalls nichts aufgefunden, was in Bestimmtheit der Umrisse und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze verglichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht von einer Mehrheit von Kohlensäcken reden müsse, wenn man nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsstelle (wie zwischen α Centauri und β und γ Trianguli §, zwischen η und ϑ Argûs, und besonders am nördlichen Himmel den leeren Raum in der Milchstraße zwischen ε, α und γ Cygni ¶) dafür wolle gelten lassen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendste und am längsten bekannte Schwarze Flecken des südlichen Kreuzes liegt zur östlichen Seite dieser Constellation und hat eine birnförmige Gestalt, bei 8° Länge und 5° Breite. In diesem großen Raume befinden sich ein sichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe, dazu eine große Menge telescopischer Sterne 11ter bis 13ter Größe. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich in der Mitte**). Sternleerheit und Contrast neben dem prachtvollen Lichtglanze umher werden als Ursachen der merkwürdigen Schwärze dieses Raumes angegeben. Diese letztere Meinung hat sich seit La Caille ††) allgemein erhalten. Sie ist vorzüglich durch die Stern-Aichungen (gauges and sweeps) um den Raum, wo die Milchstraße wie von einem schwarzen Gewölk bedeckt erscheint, bekräftigt. In dem coal-bag gaben die Aichungen (in gleicher Größe des Gesichtsfeldes) 7 bis 9 telescopische Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), wenn an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden. So lange ich in der südlichen Tropengegend war, unter dem sinnlichen Eindruck der Himmelsdecke, die mich so lebhaft beschäftigte, schien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch den Contrast nicht befriedigend. William Herschel's Betrachtungen über ganze sternleere Räume im Scorpion und im Schlangenträger, die er Offnungen in dem Himmel (Openings in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee: daß in solchen Regionen die hinter einander liegenden Sternschichten dünner oder gar unterbrochen seien, daß unsere optischen Instrumente die letzten Schichten nicht erreichen, „daß wir wie durch Röhren in den fernsten Weltraum blicken." Ich habe dieser Oeffnungen schon an einem Orte gedacht ‡‡), und die Wirkungen der Perspective auf solche Unterbrechungen in den Sternschichten sind neuerlichst wieder ein Gegenstand ernster Betrachtung geworden ||||).

---

*) Kosmos Buch II. S. 344 und Anm. ‖).

†) Mém. de l'Acad. des Sc. dep. 1666 jusqu' à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

‡) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Zach's Monatl. Correspondenz zur Beförd. der Erd- und Himmelskunde Bd. X S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und rohe Abbildung des Schwarzen Fleckens im südlichen Kreuze Zach a. a. O. Bd. XV. 1807 S. 388–391.)

§) Capreise Pl. XIII.

¶) Outlines of Astronomy p. 531.

**) Capreise p. 384, No. 3407 des Verzeichnisses der Nebel und Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 149 und No. 272 seines Catalogs.)

††) „Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale de la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le ciel austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée qui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés." La Caille in den Mém. de l'Acad. des Sciences Année 1755 (Par. 1761) p. 199.

‡‡) Buch I. S. 76 und Anm. ¶).

||||) „When we see," sagt Sir John Herschel, „in the Coal-sack (near α Crucis) a sharply defined oval space free from stars, it would seem much less pro-

Die äußersten und fernsten Schichten selbstleuchtender Weltkörper, der Abstand der Nebelflecke, alles, was wir in dem letzten der sieben siderischen oder astrognostischen Abschnitte dieses Werkes zusammengedrängt haben, erfüllen die Einbildungskraft und den ahndenden Sinn des Menschen mit Bildern von Zeit und Raum, welche seine Fassungskraft übersteigen. So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optischen Werkzeuge seit kaum sechzig Jahren gewesen sind, so ist man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Construction genug vertraut geworden, um sich über die ungemessenen Fortschritte dieser Vervollkommnung nicht so kühnen, ja ausschweifenden Erwartungen hinzugeben, als die waren, welche den geistreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernhaft beschäftigten*). Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier sicherer zum Ziele führen. Jedes der auf einander folgenden Menschengeschlechter hat sich des Größten und Erhabensten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunst sich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in bestimmten Zahlen auszusprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende telescopische Kraft bereits reiche, ohne diesen Zahlen viel Glauben zu schenken: mahnt uns doch schon die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernsten Gestirns, der lichterzeugende Proceß auf seiner Oberfläche „das älteste sinnliche Zeugniß †) von der Existenz der Materie ist."

β. Sonnengebiet.

Planeten und ihre Monde, Cometen, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme von Meteor-Asteroiden.

Wenn wir in dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung von dem Fixsternhimmel zu unserem Sonnen- und Planetensystem herabsteigen, so gehen wir von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen über. Das Gebiet der Sonne ist das Gebiet eines einzelnen Fixsternes unter den Millionen derer, welche uns das Fernrohr an dem Firmamente offenbart; es ist der beschränkte Raum, in welchem sehr verschiedenartige Weltkörper, der unmittelbaren Anziehung eines Centralkörpers gehorchend, in engeren oder weiteren Bahnen um diesen kreisen: sei es einzeln; oder wiederum von anderen, ihnen ähnlichen, umgeben. Unter den Sternen, deren Anordnung wir in dem siderischen Theile der Uranologie zu behandeln versucht haben, zeigt allerdings auch eine Classe jener Millionen telescopischer Fixsterne, die Classe der Doppelsterne, particuläre, binäre oder vielfältiger zusammengesetzte, Systeme; aber trotz der Analogie ihrer treibenden Kräfte sind sie doch, ihrer Naturbeschaffenheit nach, von unserem Sonnensysteme verschieden. In ihnen bewegen sich selbstleuchtende Fixsterne um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, der mit sichtbarer Materie nicht erfüllt ist; in dem Sonnensysteme kreisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden Körper oder, um bestimmter zu reden, um einen gemeinsamen Schwerpunkt, welcher zu verschiedenen Zeiten innerhalb des Centralkörpers oder außerhalb desselben liegt. „Die große Ellipse, welche die Erde um die Sonne beschreibt, spiegelt sich ab in einer kleinen, ganz ähnlichen, in welcher der Mittelpunkt der Sonne um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Erde und Sonne herumgeht." Ob die planetarischen Körper, zu denen die inneren wie die äußeren Cometen gerechnet werden müssen, außer dem

---

table that a conical or *tubular* hollow traverses the whole of a starry stratum, continuously extended from the eye outwards, than that a *distant* mass of comparatively moderate thickness should be simply perforated from side to side ...." Outlines § 792 p. 632.

*) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mém. de l'Académie 1666–1699 T. VII. Partie 2. p. 30 und 73.

†) Kosmos Buch I. S. 77.

Lichte, welches ihnen der Centralkörper giebt, nicht auch theilweise etwas eigenes Licht zu erzeugen fähig sind: bedarf hier, bei so allgemeinen Andeutungen, noch keiner besondern Erwähnung.

Von der Existenz dunkler planetarischer Körper, welche um andere Fixsterne kreisen, haben wir bisher keine directen Beweise. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde solche Planeten, die schon (lange vor Lambert) Kepler um jeden Fixstern vermuthete, hindern uns je sichtbar zu werden. Wenn der nächste Fixstern, α Centauri, 226000 Erdweiten oder 7523 Neptunsweiten; ein sich sehr weit entfernender Comet, der von 1680, welchem man (freilich nach sehr unsicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuschreibt, im Aphel 28 Neptunsweiten von unserem Sonnenkörper absteht: so ist die Entfernung des Fixsterns α Centauri noch 270mal größer als unser Sonnengebiet bis zum Aphel jenes fernsten Cometen. Wir sehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Würden, in künftig zu construirenden, mächtigeren Teleskopen, noch drei folgende, hinter einander stehende, Planeten erkannt, etwa in der Ferne von 100 Erdweiten: so ist dies noch nicht der 8te Theil der Entfernung bis zum Aphel des genannten Cometen; noch nicht der 2200ste Theil *) der Entfernung, in welcher wir das reflectirte Licht eines etwa um α Centauri kreisenden Trabanten teleskopisch empfangen sollten. Ist aber überhaupt die Annahme von Fixstern-Trabanten so unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen auf die niederen Particular-Systeme innerhalb unseres großen Planetensystems; so finden wir, trotz der Analogien, welche die von vielen Trabanten umkreisten Planeten darbieten können, auch andere Planeten: Merkur, Venus, Mars, die gar keinen Trabanten haben. Abstrahiren wir von dem bloß Möglichen und beschränken uns auf das wirklich Erforschte, so werden wir lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnensystem, besonders in der großen Zusammensetzung, welche die letzten Jahrzehende uns enthüllt haben, das reichste Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler Weltkörper zu einem einzigen.

Der beschränkte Raum des Planetensystems gewährt gerade wegen dieser Beschränktheit für Sicherheit und Evidenz der Resultate in der messenden und rechnenden Astronomie unbestreitbare Vorzüge vor den Ergebnissen aus der Betrachtung des Fixsternhimmels. Vieles von diesen gehört nur der beschauenden Astronomie in dem Gebiete der Sternschwärme und Nebelgruppen, wie in der, auf so unsicheren Fundamenten beruhenden, photometrischen Reihung der Gestirne an. Der sicherste und glänzendste Theil der Astrognosie ist die, in unserer Zeit so überaus vervollkommnete und vermehrte Bestimmung der Positionen in RA. und Decl.: sei es von einzelnen Fixsternen; oder von Doppelsternen, Sternhaufen und Nebelflecken. Auch bieten schwierig, aber in höherem oder niederem Grade genau meßbare Verhältnisse dar: die eigene Bewegung der Sterne; die Elemente, nach denen ihre Parallaxe ergründet wird; die teleskopischen Stern-Aichungen, welche auf die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Sternen und der langsame Umlauf der Doppelsterne. Was seiner Natur nach sich der eigentlichen

*) Vergl. oben, wo ich nach Uranusweiten, als dem damaligen Maaß der Begrenzung des Planetensystems, rechnete, Kosmos Buch I. S. 52, 74 und Anm. *). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunsweiten, die Parallaxe angenommen zu 0″,9128 (Kosmos Buch III. S. 488); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von 0″,730) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunsweite ist ohngefähr 621 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen 396½ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne gehen; eine Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe, 896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 Millionen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem Lichtwege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel des Cometen von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Neptunsweiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen Annahmen ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Centauri fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wir hier als das Minimum der sehr gewagten Schätzung mit dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betrachten (Kosmos Buch III. S. 495). Die Angabe solcher numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaaßes zu Resultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrückt werden können.

Messung entzieht, wie: die relative Lage und Gestaltung von Sternschichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltsam umändernder Naturgewalten*) im Auflodern oder Verlöschen sogenannter neuer Sterne; regt um so tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantasie berührt.

Wir enthalten uns vorsätzlich in den nächstfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unseres Sonnensystems mit den Systemen der anderen Fixsterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Systeme, die, man möchte sagen, aus intellectuellen Bedürfnissen sich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unser Centralkörper, die Sonne, nicht selbst in planetarischer Abhängigkeit zu einem höheren Systeme stehe: vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, sondern nur der Trabant eines Planeten, wie unsere Jupitersmonde. Beschränkt auf den mehr heimischen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß, mit Ausnahme dessen, was sich auf die Deutung des Oberflächen-Ansehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreisenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthselhafte Erscheinen der Meteor-Asteroiden bezieht, fast alle Resultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältnisse fähig sind, alle sich als Folgerung aus streng zu prüfenden Voraussetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieser Voraussetzungen selbst gehört in den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, sondern die methodische Zusammenstellung numerischer Resultate. Sie sind das wichtige Erbtheil, welches, immerdar wachsend, ein Jahrhundert dem andern überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, sidérische Umlaufszeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmesser, Masse und Dichtigkeit) umfassend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geistigen Errungenschaft des Zeitalters dar. Man versetze sich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke sich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Aristarch von Samos oder Hipparchus im Besitze eines solchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphischen Darstellung der Planetenbahnen, wie sie unsere abgekürztesten Lehrbücher darstellen: so läßt sich das bewundernde Erstaunen dieser Männer, Heroen des früheren, beschränkten Wissens, nur mit dem vergleichen, welches sich des Eratosthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn diesen eine unserer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geschlossenen elliptischen Bahnen bezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze des Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einst noch Cometen erscheinen werden, deren große Axe länger gefunden wird als die der schon erschienenen und berechneten Cometen; so geben diese in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnengebiet zum wenigsten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach charakterisirt durch die sichtbaren und meßbaren Folgen eigener einwirkender Centralkräfte, durch die Weltkörper (Planeten und Cometen), welche in geschlossenen Bahnen um die Sonne kreisen und durch enge Bande an sie gefesselt bleiben. Die Anziehung, welche die Sonne jenseits dieser wiederkehrender Weltkörper auf andere Sonnen (Fixsterne) in weiteren Räumen ausübt, gehört nicht in die Betrachtungen, die uns hier beschäftigen.

Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zustand unserer Kenntnisse am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn man die Planeten nach Abständen von dem Centralkörper ordnet:

22 „Hauptplaneten" (Merkur, Venus, Erde, Mars; Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Asträa, Egeria, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun);

*) Ueber das Auflodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Buch III. S. 463–471.

21 „Trabanten" (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6 des Uranus, 2 des Neptun);

197 „Cometen," deren Bahn berechnet iſt: darunter 6 innere, d. h. ſolche, deren Aphel von der äußerſten Planetenbahn, der des Neptun, umſchloſſen iſt; ſodann mit vieler Wahrſcheinlichkeit:

den Ring des Thierkreislichtes, vielleicht zwiſchen der Venus- und Marsbahn liegend; und nach der Meinung vieler Beobachter:

die Schwärme der Meteor-Aſteroiden, welche die Erdbahn vorzugsweiſe in gewiſſen Punkten ſchneiden.

Bei der Aufzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur 6 bis zum 13. März 1781 bekannt waren, ſind die 14 Kleinen Planeten (bisweilen auch Coplaneten und Aſteroiden genannt, und in unter einander verſchlungenen Bahnen zwiſchen Mars und Jupiter liegend) durch kleineren Druck von den 8 größeren Planeten unterſchieden worden.

In der neueren Geſchichte planetariſcher Entdeckungen ſind Hauptepochen geweſen: das Auffinden des Uranus, als des erſten Planeten jenſeits der Saturnsbahn, von William Herſchel zu Bath am 13. März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bewegung; das Auffinden der Ceres, des erſten der Kleinen Planeten, am 1. Januar 1801 durch Piazzi zu Palermo; die Erkennung des erſten inneren Cometen durch Encke zu Gotha im Auguſt 1819; und die Verkündigung der Exiſtenz des Neptun vermittelſt planetariſcher Störungs-Berechnungen durch Le Verrier zu Paris im Auguſt 1846, wie die Entdeckung des Neptun durch Galle zu Berlin am 23. September 1846. Jede dieſer wichtigen Entdeckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unſeres Sonnenſyſtems zur Folge gehabt, ſie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen veranlaßt: zur Kenntniß von 5 andren inneren Cometen (durch de Vico, Brorſen und d'Arreſt zwiſchen 1826 und 1851); wie von 13 Kleinen Planeten, unter denen von 1801 bis 1807 drei (Pallas, Juno und Veſta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahren, ſeit Hencke's glücklicher und auch beabſichtigter Entdeckung der Aſträa am 8. December 1845, in ſchneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte 1851 neun aufgefunden worden ſind. Die Aufmerkſamkeit auf die Cometenwelt iſt ſo geſtiegen, daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet worden: alſo nahe eben ſo viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieſes Jahrhunderts.

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus*) die Sonne nennt, iſt das allbelebende, pulſirende Herz des Univerſums nach Theon dem Smyrnäer†); ſie iſt der Urquell des Lichtes und der ſtrahlenden Wärme, der Erreger vieler irdiſchen electro-magnetiſchen Proceſſe, ja des größeren Theils der organiſchen Lebensthätigkeit, beſonders der vegetabiliſchen, auf unſerem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Maſſen-Attraction, wie in der

*) Ich habe ſchon früher (Kosmos Buch II. S. 356 und Anm. *) die dem Somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des erſten Buchs de Revolut. abdrucken laſſen.

†) „Die Sonne ſei das Herz des Univerſums;" aus Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia ed. H. Martin 1849 p. 182 und 298: τῆς ἐμψυχίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἷονεὶ καρδίαν ὄντα τοῦ παντός, ὅθεν φέρεσθαι αὐτοῦ καὶ τὸν ψυχὸν ἀρξάμενον διὰ παντὸς ἥκειν τοῦ σώματος τεταμένης ἀπὸ τῶν ἐσχάτων. Dieſe neue Ausgabe iſt merkwürdig, weil ſie pythagoriſche Meinungen des Adraſtus und viele platoniſche des Dercyllides vervollſtändigt.)

Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen, deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung und Unterhaltung der electro-magnetischen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerstoff-Gehaltes der Atmosphäre; bald still und sanft chemische Ziehkräfte erzeugend, und das organische Leben mannigfach in der Endosmose der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaser bestimmend; bald Lichtprocesse im Luftkreise (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meersäulen) hervorrufend.

Haben wir hier versucht die *solaren Einflüsse*, in so fern sie sich nicht auf die Achsenstellung und Bahn unsers Weltkörpers beziehen, in ein Gemälde zusammenzudrängen; so ist es, um durch Darstellung des Zusammenhanges großer und auf den ersten Blick heterogen scheinender Phänomene recht überzeugend zur Anschauung zu bringen: wie die physische Natur in dem *Buche vom Kosmos* als ein durch innere, oft sich ausgleichende Kräfte *bewegtes* und *belebtes* Ganzes zu schildern sei. Aber die Lichtwellen wirken nicht bloß zersetzend und wieder bindend auf die Körperwelt, sie rufen nicht bloß hervor aus der Erde die zarten Keime der Pflanzen, erzeugen den Grünstoff (Chlorophyll) in den Blättern und färben duftende Blüthen, sie wiederholen nicht bloß tausend- und aber tausendfach reflectirte Bilder der Sonne, im anmuthigen Spiel der Welle wie im bewegten Grashalm der Wiese; das Himmelslicht in den verschiedenen Abstufungen seiner Intensität und Dauer steht auch in geheimißvollem Verkehr mit dem Inneren des Menschen, mit seiner geistigen Erregbarkeit, mit der trüben oder heiteren Stimmung des Gemüths: Caeli tristitiam discutit Sol et humani nubila animi serenat (Plin. Hist. nat. II. 6).

Bei jedem der zu beschreibenden Weltkörper lasse ich die *numerischen Angaben* dem vorangehen, was hier, mit Ausnahme der Erde, von ihrer physischen Beschaffenheit wird beizubringen sein. Die Anordnung der Resultate in Zahlen ist ohngefähr dieselbe wie in der vortrefflichen „Uebersicht des Sonnensystems" von Hansen*), doch mit numerischen Veränderungen und Zusätzen: da seit dem Jahre 1837, in dem Hansen schrieb, elf Planeten und drei Trabanten entdeckt worden sind.

Die mittlere Entfernung des Centrums der Sonne von der Erde ist nach Encke's nachträglicher Correction der Sonnen-Parallaxe (*Abhandl. der Berl. Akad.* 1835 S. 309) 20682000 geogr. Meilen, deren 15 auf einen Grad des Erd-Aequator's gehen, und deren jede nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen (*Kosmos* Buch I. S. 84) genau 3807,23 Toisen oder $22843^{3}/_{100}$ Pariser Fuß zählt.

Das Licht braucht, um von der Sonne auf die Erde zu gelangen, d. i. um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen, nach den Aberrations-Beobachtungen von Struve 8′ 17″,78 (*Kosmos* Buch III. S. 426 und Anm. *): weshalb der wahre Ort der Sonne dem scheinbaren um 20″,445 voraus ist.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mitleren Entfernung derselben von der Erde ist 32′ 1″,8: also nur 54″,8 größer als die Mondscheibe in mittlerer Entfernung von uns. Im Perihel, wenn wir im Winter der Sonne am nächsten sind, hat sich der scheinbare Sonnen-Durchmesser vergrößert bis 32′ 34″,6; im Aphel, wenn wir im Sommer von der Sonne am fernsten sind, ist der scheinbare Sonnen-Durchmesser verkleinert bis 31′ 30″, 1.

*) *Hansen* in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65–141.

Der wahre Durchmeſſer der Sonne iſt 192700 geogr. Meilen, oder mehr denn 112mal größer als der Durchmeſſer der Erde.

Die Sonnenmaſſe iſt nach Encke's Berechnung der Pendelformel von Sabine das 350551-fache der Erdmaſſe oder das 355499fache von Erde und Mond zuſammen (vierte Abh. über den Cometen von Pons in den Schr. der Berl. Akad. 1842 S. 5); demnach iſt die Dichtigkeit der Sonne nur ohngefähr 1/4 (genauer 0,252) der Dichtigkeit der Erde.

Die Sonne hat an 600mal mehr Volum und nach Galle 738mal mehr Maſſe als alle Planeten zuſammengenommen. Um gewiſſermaßen ein ſinnliches Bild von der Größe des Sonnenkörpers zu entwerfen, hat man daran erinnert: daß, wenn man ſich die Sonnenkugel ganz ausgehöhlt und die Erde im Centrum denkt, noch Raum für die Mondbahn ſein würde, wenn auch die halbe Axe der Mondbahn um mehr als 40000 geogr. Meilen verlängert würde.

Die Sonne dreht ſich in 25½ Tagen um ihre Achſe. Der Aequator iſt um 7°½ gegen die Ekliptik geneigt. Nach Laugier's ſehr ſorgfältigen Beobachtungen (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XV. 1842 p. 941) iſt die Rotations-Zeit 25⁴/₁₀₀ Tage (oder 25ᵀ 8ˢᵗ 9ᴹ) und die Neigung des Aequators 7° 9′.

Die Vermuthungen, zu denen die neuere Aſtronomie allmälig über die phyſiſche Beſchaffenheit der Oberfläche der Sonne gelangt iſt, gründen ſich auf lange und ſorgfältige Beobachtung der Veränderungen, welche in der ſelbſtleuchtenden Scheibe vorgehen. Die Reihenfolge und der Zuſammenhang dieſer Veränderungen (der Entſtehung der Sonnenflecken, des Verhältniſſes der Kernflecke von tiefer Schwärze zu den ſie umgebenden aſchgrauen Höfen oder Penumbren) hat auf die Annahme geleitet: daß der Sonnenkörper ſelbſt faſt ganz dunkel, aber in einer großen Entfernung von einer Lichthülle umgeben ſei; daß in der Lichthülle durch Strömungen von unten nach oben trichterförmige Oeffnungen entſtehen, und daß der ſchwarze Kern der Flecken ein Theil des dunklen Sonnenkörpers ſelbſt ſei, welcher durch jene Oeffnung ſichtbar werde. Um dieſe Erklärung, die wir hier nur vorläufig in größter Allgemeinheit geben, für das Einzelne der Erſcheinungen auf der Sonnen-Oberfläche befriedigender zu machen, werden in dem gegenwärtigen Zuſtand der Wiſſenſchaft drei Umhüllungen der dunklen Sonnenkugel angenommen: zunächſt eine innere, wolkenartige Dunſthülle; darüber die Lichthülle (Photoſphäre); und über dieſer (wie beſonders die totale Sonnenfinſterniß vom 8. Juli 1842 erwieſen zu haben ſcheint) eine äußere Wolkenhülle, dunkel oder doch nur wenig erleuchtet *).

Wie glückliche Ahndungen und Spiele der Phantaſie (das griechiſche Alterthum iſt voll von ſolchen, ſpät erfüllten Träumen), lange vor aller wirklichen Beobachtung, bisweilen den Keim richtiger Anſichten enthalten, ſo finden wir ſchon in der Mitte des 15ten Jahrhunderts in den Schriften des Cardinals Nicolaus von Cuſa, im 2ten Buche de docta ignorantia, deutlich die Meinung ausgedrückt: daß der Sonnenkörper für ſich nur „ein erdhafter Kern" ſei, der von einem Lichtkreiſe wie von einer feinen Hülle umgeben werde; daß in der Mitte (zwiſchen dem dunklen Kern und der Lichthülle?) ſich ein Gemiſch

*) „D'après l'état actuel de nos connaissances astronomiques le Soleil se compose: 1° d'un globe central à peu près obscur; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe et l'enveloppe de toutes parts; 3° d'une *photosphère*; en d'autres termes d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur. L'éclipse totale du 8 juillet 1842 nous a mis sur la trace d'une troisième enveloppe, située au-dessus de la *photosphère* et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. — Ce sont les *nuages* de la troisième enveloppe solaire, situés en apparence, pendant l'éclipse totale, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors, qui ont donné lieu à ces singulières proéminences rougeâtres qui en 1842 ont si vivement excité l'attention du monde savant." Arago in dem Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1846 p. 464 und 471. Auch Sir John Herſchel in ſeinen 1849 erſchienenen Outlines of Astronomy p. 234 § 395 nimmt an: „above the luminous surface of the Sun and the region in which the spots reside, the existence of a general atmosphère having a somewhat imperfect transparency."

n wasserhaltigen Wolken und klarer Luft, gleich unserem Dunstkreise, befinde; daß das rmögen ein die Vegetation auf der Erde belebendes Licht auszustrahlen nicht dem igen Kern des Sonnenkörpers, sondern der Lichthülle, welche mit demselben verbunden zugehöre. Diese, in der Geschichte der Astronomie bisher so wenig beachtete Ansicht der ysischen Beschaffenheit des Sonnenkörpers hat viel*) Aehnlichkeit mit den jetzt herr- enden Meinungen.

Die Sonnenflecken selbst, wie ich früher in den Geschichts-Epochen der physischen eltanschauung†) entwickelt, sind nicht von Galilei, Scheiner oder Harriot, sondern n Johann Fabricius, dem Ostfriesen, zuerst gesehen und in gedruckten Schriften beschrie- n worden. Sowohl der Entdecker als auch Galilei, wie dessen Brief an den Principe si (vom 25. Mai 1612) beweist, wußten, daß die Flecken dem Sonnenkörper selbst ange- ren; aber 10 und 20 Jahre später behaupteten fast zugleich ein Canonicus von Sarlat, an Tarde, und ein belgischer Jesuit, daß die Sonnenflecken Durchgänge kleiner Plane- t wären. Der Eine nannte sie Sidera Borbonia, der Andere Sidera Austriaca ‡). Schei-

*) Es kommt zuerst darauf an die Stellen, auf welche mich im Texte beziehe und durch eine lehrreiche Schrift n Clemens (Giordano Bruno und Nicolaus von sa 1847 S. 101) aufmerksam geworden bin, in der ginal-Sprache zu geben. Der Cardinal Nicolaus n Cusa (der Familien-Name war Khrypffs d. i. reb), gebürtig aus Cues an der Mosel, sagt in dem ten Capitel des zweiten Buches von dem zu seiner eit so berühmten Tractate de docta Ignorantia (Ni- lai de Cusa Opera ed. Basil. 1565 p. 39): „neque olor nigredinis est argumentum vilitatis Terrae; am in Sole si quis esset, non appareret illa clari- as quae nobis: considerato enim corpore Solis, ane habet quandam quasi terram centraliorem, et quandam luciditatem quasi ignilem circumferentia- m, et in medio quasi aqueam nubem et aërem cla- iorem, quemadmodum terra ista sua elementa." Daneben steht: Paradoxa und Hypni; das letzte Wort will also hier gewiß Träumereien (ἐνύπνια) etwas Gewagtes bezeichnen. — In der langen Schrift: Exercitationes ex Sermonibus Cardinalis (Opera p. 819) finde ich wieder in einem Gleichniß: „Sicut in Sole considerari potest natura corporalis, et illa de qua non est magnae virtutis (trotz der Massen-Anzie- hung oder Gravitation!) et non potest virtutem suam aliis corporibus communicare, quia non est radiosa. Est alia natura lucida illa unita, ita quod Sol ex unione utriusque naturae habet virtutem, quae suf- ficit huic sensibili mundo, ad vitam innovandam in vegetabilibus et animalibus, in elementis et minera- libus per suam influentiam radiosam. Sic de Chri- sto, qui est Sol justitiae ...." Dr. Clemens glaubt, daß alles sei mehr als glückliche Ahndung. Es scheint ihm „schlechterdings unmöglich, daß ohne eine ziemlich genaue Beobachtung der Sonnenflecken, so- wohl der dunklen Stellen in denselben als der Halb- schatten, Cusa sich an den angeführten Orten (*conside- ratio corpore Solis;* in Sole considerari potest ....) auf die Erfahrung hätte berufen können." Er vermu- tet: „daß der Scharfblick des Philosophen der neuesten Wissenschaft in ihren Ergebnissen vorgegriffen, und daß auf seine Ansichten Entdeckungen eingewirkt haben mö- gen, die erst Späteren zugeschrieben zu werden pflegen." Es ist allerdings nicht bloß möglich, sondern sogar recht wahrscheinlich, daß in Gegenden, wo die Sonne mehrere Monate verschleiert ist, wie während der garua im Lit- tal von Peru, selbst ungebildete Völker mit bloßen Au- gen Sonnenflecken gesehen haben; aber daß sie dieselben hätten, beim Sonnendienst in ihre religiösen Mythen flechten hätten, davon hat noch kein Reisender Kunde geben können. Die bloße und so seltene Erscheinung ei- nes Sonnenfleckens, mit unbewaffnetem Auge in der trüb stehenden oder dünn verschleierten, dann weißen, rothen, vielleicht grünlichen Sonnenscheibe gesehen, würde selbst geübte Denker wohl nie auf die Vermuthung mehr- rerer Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers geführt haben. Wenn der Cardinal Cusa etwas von Sonnen- flecken gewußt hätte, würde er gewiß nicht unterlassen haben, bei den vielen Vergleichungen physischer und gei- stiger Dinge, zu denen er nur allzu geneigt ist, der ma- culae Solis zu erwähnen. Man erinnere sich nur des Aufsehens und bitteren Streites, welche im Anfang des 17ten Jahrhunderts, gleich nach Erfindung des Fern- rohrs, die Entdeckungen von Joh. Fabricius und Gali- lei erregten. An die dunkel ausgedrückten astronomischen Vorstellungen des Cardinals, der 1464, also neun Jahre eher starb, als Copernicus geboren war, habe ich schon früher (Kosmos Buch II. S. 357 Anm. ††) erinnert. — Die merkwürdige Stelle: jam nobis manifestum est, terram in veritate moveri steht in lib. II cap. 12 de docta Ignorantia. Nach Cusa ist in jedem Theile des Himmelsraumes alles bewegt; wir finden keinen Stern, der nicht einen Kreis beschreibe. Terra non po- test esse fixa, sed movetur ut aliae stellae. Die Erde kreist aber nicht um die Sonne, sondern Erde und Son- ne kreisen „um die ewig wechselnden Pole des Univer- sums". Cusa ist also kein Copernicaner, wie dies erst das so glücklich von Dr. Clemens im Hospital zu Cues aufgefundene, von des Cardinals eigener Hand 1444 geschriebene Bruchstück erweist.

†) Kosmos Buch II. S. 365 und 366, und An- merkungen.

‡) *Borbonia Sidera*, id est planetae qui Solis lu- mina circumvolitant motu proprio et regulari, falso hactenus ab helioscopis Maculae Solis nuncupati, ex novis observationibus Joannis Tarde 1620. — *Au- striaca sidera* heliocyclica astronomicis hypothesi- bus illigata opera Caroli Malapertii Belgae Monten- sis e Societate Jesu 1633. Die letztere Schrift hat we- nigstens das Verdienst, Beobachtungen von einer Reihe von Sonnenflecken zwischen 1618 und 1626 zu geben. Es sind aber dieselben Jahre, für welche Scheiner zu Rom eigene Beobachtungen in seiner Rosa Ursina ver- öffentlichte. Der Canonicus Tarde glaubt schon darum an Durchgänge kleiner Planeten, weil das Weltauge, „l'oeil du Monde, ne peut avoir des ophthalmies!" Es muß mit Recht Wunder nehmen, daß 20 Jahre nach Tarde und seinen borbonischen Trabanten der um die Beobachtungskunst so verdiente Gascoigne (Kosmos Buch III. S. 416) noch die Sonnenflecken einer Con- junction vieler um den Sonnenkörper in großer Nähe kreisender, fast durchscheinender, planetarischer Körper zuschrieb. Mehrere derselben, gleichsam über einander ge- legt, sollten schwarze Schattenbilder verursachen. (Phil. Transact. Vol. XXVII 1710–1712 p. 282–290, aus einem Briefe von William Crabtree vom August 1640.)

ner bediente ſich zuerſt bei Sonnen-Beobachtungen der, ſchon 70 Jahre früher von Apian (Bienewitz) im Astronomicum Caesareum vorgeſchlagenen, auch von belgiſchen Piloten längſt gebrauchten, blauen und grünen Blendgläſer *), deren Nichtgebrauch viel zu Gallei's Erblindung beigetragen hat.

Die beſtimmteſte Aeußerung über die Nothwendigkeit der Annahme einer dunklen Sonnenkugel, welche von einer Lichthülle (Photoſphäre) umgeben ſei, finde ich, durch wirkliche Beobachtung, nach Entdeckung der Sonnenflecken, hervorgerufen, zuerſt bei dem großen Dominicus Caſſini †) etwa um das Jahr 1671. Nach ihm iſt die Sonnenſcheibe, die wir ſehen, „ein Licht-Ocean, welcher den feſten und dunklen Kern der Sonne umgiebt; gewaltſame Bewegungen (Aufwallungen), die in der Lichthülle vorgehen, laſſen uns von Zeit zu Zeit die Berggipfel jenes lichtloſen Sonnenkörpers ſehen. Das ſind die ſchwarzen Kerne im Centrum der Sonnenflecken." Die aſchfarbenen Höfe (Penumbren), von welchen die Kerne umgeben ſind, blieben damals noch unerklärt.

Eine ſinnreiche und ſeitdem vielfach beſtätigte Beobachtung, welche Alexander Wilſon, der Aſtronom von Glasgow, an einem großen Sonnenflecken den 22. Nov. 1769 machte, leitete ihn auf die Erklärung der Höfe. Wilſon entdeckte, daß, ſo wie ein Flecken ſich gegen den Sonnenrand hinbewegt, die Penumbra nach der gegen das Centrum der Sonne gekehrten Seite in Vergleich mit der entgegengeſetzten Seite allmälig ſchmaler und ſchmaler wird. Der Beobachter ſchloß ſehr richtig ‡) aus dieſen Dimenſions-Verhältniſſen im Jahr 1774, daß der Kern des Fleckens (der durch die trichterförmige Excavation in der Lichthülle ſichtbar werdende Theil des dunklen Sonnenkörpers) tiefer liege als die Penumbra, und daß dieſe von den abhängigen Seitenwänden des Trichters gebildet werde. Dieſe Erklärungsweiſe beantwortete aber noch nicht die Frage, warum die Höfe am lichteſten nahe bei dem Kernflecken ſind?

In ſeinen „Gedanken über die Natur der Sonne und die Entſtehung ihrer Flecken" entwickelte, ohne Wilſon's frühere Abhandlung zu kennen, unſer Berliner Aſtronom Bode mit der ihm eigenthümlichen populären Klarheit ganz ähnliche Ideen. Er hat dazu das Verdienſt gehabt, die Erklärung der Penumbra dadurch zu erleichtern, daß er, faſt wie in den Abhandlungen des Cardinals Nicolaus von Cuſa, zwiſchen der Photoſphäre und dem dunklen Sonnenkörper noch eine wolkige Dunſtſchicht annahm. Dieſe Hypotheſe von zwei Schichten führt zu folgenden Schlüſſen: Entſteht in weniger häufigen Fällen in der Photoſphäre allein eine Oeffnung und nicht zugleich in der trüben unteren, von der Photoſphäre ſparſam erleuchteten Dunſtſchicht; ſo reflectirt dieſe ein ſehr gemäßigtes Licht gegen den Erdbewohner, und es entſteht eine graue Penambra, ein bloßer Hof ohne Kern. Erſtreckt ſich aber, bei ſtürmiſchen meteorologiſchen Proceſſen an der Oberfläche des Sonnenkörpers, die Oeffnung durch beide Schichten (durch die Licht- und die Wolkenhülle) zugleich; ſo erſcheint in der aſchfarbigen Penumbra ein Kernflecken: „welcher mehr oder weniger Schwärze zeigt, nachdem die Oeffnung in der Oberfläche des Sonnenkörpers ſandiges oder felſiges Erd-

*) Arago sur les moyens d'observer les taches solaires, im Annuaire pour l'an 1842 p. 476–479. (Delambre, Hist. de l'Astronomie du moyen âge p. 394, wie Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 681.)

†) Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences par Mr. le Comte de Cassini 1810 p. 242; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694. Obgleich Caſſini ſchon 1671 und La Hire 1700 den Sonnenkörper für dunkel erklärt hatten, fährt man fort, in ſchätzbaren aſtronomiſchen Lehrbüchern die erſte Idee dieſer Hypotheſe dem verdienſtvollen Lalande zuzuſchreiben. Lalande, in der Ausgabe ſeiner Aſtronomie von 1792, T. III. § 3240, wie in der erſten von 1764 T. II. § 2515, bleibt bloß der alten Meinung von La Hire getreu, der Meinung: que les taches sont les éminences de la masse solide et opaque du Soleil, recouverte communément (en entier) par le fluide lumineux. Zwiſchen 1769 und 1774 hat Alexander Wilſon die richtige Anſicht einer trichterförmigen Oeffnung in der Photoſphäre gehabt.

‡) Alexander Wilſon, Observ. on the Solar Spots in den Philos. Transact. Vol. LXIV. 1774 Part 1. p. 6–13, Tab. I. „I found that the Umbra, which before was equally broad all round the nucleus, appeared much contracted *on that part which lay towards the centre of the disc*, whilst the other parts of it remained nearly of the former dimensions. I perceived that the shady zone or umbra, which surrounded the nucleus, might be nothing else but the shelving sides of the luminous matter of the sun." Vergl. auch Arago im Annuaire pour 1842 p. 506.

ch, oder Meere trifft“*). Der Hof, welcher den Kern umgiebt, ist wieder ein Theil der ßeren Oberfläche der Dunstschicht; und da diese wegen der Trichterform der ganzen Er- ation weniger geöffnet ist als die Photosphäre, so erklärt der Weg der Lichtstrahlen, lche, zu beiden Seiten, an den Rändern der unterbrochenen Hüllen hinstreifen und zu n Auge des Beobachters gelangen, die von Wilson zuerst aufgefundene Verschiedenheit den gegenüberstehenden Breiten der Penumbra, je nachdem der Kernflecken sich von dem ntrum der Sonnenscheibe entfernt. Wenn, wie Laugier mehrmals bemerkt hat, sich der f über den schwarzen Kernflecken selbst hinzieht und dieser gänzlich verschwindet, so ist Ursach davon die, daß nicht die Photosphäre, aber wohl die Dunstschicht unter derselben e Oeffnung geschlossen hat.

Ein Sonnenflecken, der im Jahr 1779 mit bloßen Augen sichtbar war, leitete glücklicher- ise William Herschel's gleich geniale Beobachtungs- und Combinationsgabe auf den genstand, welcher uns hier beschäftigt. Wir besitzen die Resultate seiner großen Arbeit, das Einzelnste in einer sehr bestimmten, von ihm festgesetzten Nomenclatur behandelt, zwei Jahrgängen der Philosophical Transactions, von 1795 und 1801. Wie gewöhn- h, geht der große Mann auch hier wieder seinen eigenen Weg; er nennt blos einmal exander Wilson. Das Allgemeine der Ansicht ist identisch mit der von Bode, seine Con- uction der Sichtbarkeit und Dimensionen des Kernes und der Penumbra (Phil. Transact. 801 p. 270 und 318, Tab. XVIII fig. 2) gründet sich auf die Annahme einer Oeffnung zwei Umhüllungen; aber zwischen der Dunsthülle und dem dunklen Sonnenkörper setzt noch (p. 302) eine helle Luft-Atmosphäre (clear and transparent), in welcher die dunklen der wenigstens nur durch Reflex schwach erleuchteten Wolken etwa 70 bis 80 geogr. Mei- n hoch hangen. Eigentlich scheint William Herschel geneigt auch die Photosphäre nur ls eine Schicht unzusammenhangender phosphorischer Wolken von sehr rauher (un- leicher) Oberfläche zu betrachten. „Ein elastisches Fluidum unbekannter Natur scheint ihm us der Rinde oder von der Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers aufzusteigen, und in en höchsten Regionen bei einer schwachen Wirkung nur kleine Lichtporen, bei heftiger, ürmischer Wirkung große Oeffnungen und mit ihnen Kernflecken, die von Höfen (shallows) mgeben sind, zu erzeugen.

Die, selten runden, fast immer eingerissen eckigen, durch einspringende Winkel charakteri- rten, schwarzen Kernflecken sind oft von Höfen umgeben, welche dieselbe Figur in ver- rößertem Maaßstabe wiederholen. Es ist kein Uebergang der Farbe des Kernfleckens in en Hof, oder des Hofes, welcher bisweilen fasrig ist, in die Photosphäre bemerkbar. Ca- ioci und ein sehr fleißiger Beobachter, Pastorff (zu Buchholz in der Mark), haben die igen Formen der Kerne sehr genau abgebildet (Schum. Astr. Nachr. No. 115 S. 316, No. 133 S. 291 und No. 144 S. 471). William Herschel und Schwabe sahen die Kern- lecken durch glänzende Lichtadern, ja wie durch Lichtbrücken (luminous bridges) getheilt Phänomene wolkenartiger Natur aus der zweiten, die Höfe erzeugenden Schicht. Solche onderbaren Gestaltungen, wahrscheinlich Folgen aufsteigender Ströme, die tumultuarischen Entstehungen von Flecken, Sonnenfackeln, Furchen und hervorragenden Streifen (Käm- en von Lichtwellen) deuten nach dem Astronomen von Slough auf starke Licht-Ent- indung; dagegen deutet nach ihm „Abwesenheit von Sonnenflecken und der sie begleiten- en Erscheinungen auf Schwäche der Combustion, und daher minder wohlthätige Wirkung uf die Temperatur unseres Planeten und das Gedeihen der Vegetation.“ Durch diese bindungen wurde William Herschel zu dem Versuche geleitet, die Abwesenheit von Sonnenflecken in den Jahren 1676—1684 (nach Flamsteed), von 1686—1688 (nach Dominicus Cassini), von 1695—1700, von 1795—1800 mit den Kornpreisen und den

*) Bode in den Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde Bd. II. 1776 237–241 und 249.

Klagen über ſchlechte Erndten zu vergleichen *). Leider! wird es aber immer an der Kenntniß numeriſcher Elemente fehlen, auf welche ſich auch nur eine muthmaßliche Löſung eines ſolchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der immer ſo umſichtige Aſtronom ſelbſt bemerkt, weil die Kornpreiſe in einem Theile von Europa nicht den Maaßſtab für den Vegetations-Zuſtand des ganzen Continents abgeben können; ſondern vorzüglich weil aus der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, ſollte ſie auch ganz Europa umfaſſen, ſich keinesweges auf eine geringere Quantität Wärme ſchließen läßt, welche in demſelben Jahre der Erdkörper von der Sonne empfangen hat. Aus Dove's Unterſuchungen über die nicht periodiſchen Temperatur-Aenderungen ergiebt ſich, daß Witterungs-Gegenſätze ſtets ſeitlich (zwiſchen faſt gleichen Breitenkreiſen) neben einander liegen. Unſer Continent und der gemäßigte Theil von Nordamerika bilden in der Regel ſolch einen Gegenſatz. Wenn wir hier ſtrenge Winter erleiden, ſo ſind ſie dort milde, und umgekehrt: — Compenſationen in der räumlichen Wärme-Vertheilung, welche da, wo nahe oceaniſche Verbindungen ſtatt finden, wegen des unbeſtreitbaren Einfluſſes der mittleren Quantität der Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus und demnach auf das Gedeihen der Cerealien, von den wohlthätigſten Folgen für die Menſchheit ſind.

Wie William Herſchel der Thätigkeit des Centralkörpers, dem Proceſſe, deſſen Folgen die Sonnenflecken ſind, eine Zunahme der Wärme auf dem Erdkörper zuſchrieb, ſo hatte faſt drittehalb Jahrhundert früher Batiſta Baliani in einem Briefe an Galilei die Sonnenflecken als erkältende Potenzen geſchildert †). Dieſem Reſultate würde ſich auch nähern der Verſuch, welchen der fleißige Aſtronom Gautier ‡) in Genf gemacht hatte, vier Perioden von vielen und wenigen Flecken auf der Sonnenſcheibe (von 1827—1843) mit den mittleren Temperaturen zu vergleichen, welche 33 europäiſche und 29 amerikaniſche Stationen ähnlicher Breiten darboten. Es offenbaren in dieſer Vergleichung ſich wieder, durch poſitive und negative Unterſchiede ausgedrückt, die Gegenſätze der einander gegenüberſtehenden atlantiſchen Küſten. Die Endreſultate geben aber für die erkältende Kraft, die hier den Sonnenflecken zugeſchrieben wird, kaum 0°,42 Cent., welche ſelbſt für die bezeichneten Localitäten den Fehlern der Beobachtung und den Windrichtungen eben ſo gut als den Sonnenflecken zuzuſchreiben ſein können.

Es bleibt uns übrig, noch von einer dritten Umhüllung der Sonne zu reden, denn wir ſchon oben erwähnt. Sie iſt die äußerſte von allen, bedeckt die Photoſphäre (die ſelbſtleuchtende Lichthülle), und iſt wolkig und unvollkommen durchſcheinend. Merkwürdige Phänomene, röthliche, berg- oder flammenartige Geſtalten, welche während der totalen Sonnenfinſterniß vom 8. Juli 1842, wenn auch nicht zum erſten Male, doch viel deutlicher, und gleichzeitig von mehreren der geübteſten Beobachter geſehen wurden, haben zu der Annahme einer ſolchen dritten Hülle geführt. Arago hat mit großem Scharfſinn, nach gründlicher Prüfung der einzelnen Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung ||) die Motive aufgezählt, welche dieſe Annahme nothwendig machen. Er hat gleichzeitig erwieſen, daß ſeit 1706 in totalen oder ringförmigen Sonnenfinſterniſſen bereits 8mal ähnliche rothe randartige Hervorragungen beſchrieben worden ſind ¶). Am 8. Juli 1842 ſah man, als die ſcheinbar größere Mondſcheibe die Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen roſ-

*) William Herſchel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2 p. 310–316.

†) Ein officielles Zuſammenſtellen von Kornteurung und vielmonatlicher Verdunkelung der Sonnenſcheibe wird in den hiſtoriſchen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet bei römiſchen Schriftſtellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verbleichung der Sonne nach dem Tode des Cäſar, keinesweges immer auf eine Sonnenfinſterniß. So findet ſich bei Aulus Gellius in Noct. Att. II, 28: „Verba Catonis in Originum quarto haec sunt: non libet scribere, quod in fabula apud Pontificem maximum est, quotiens amna cara, quotiens lunae an solis lumini caligo, aut quid obstiterit."

‡) Gautier, Recherches relatives à l'influence que le nombre des taches solaires exerce sur les températures terrestres, in der Bibliothèque Universelle de Genève, Nouv. Série T. LI. 1844 p. 327–335.

||) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271–458.

¶) A. a. O. p. 440–447.

en *) Schein als Krone oder leuchtenden Kranz die Mondscheibe umgeben; man sah
, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder drei Erhöhungen: welche einige der Beob-
er mit röthlichen, zackigen Bergen; andere mit gerötheten Eismassen; noch andere mit
eweglichen, gezahnten, rothen Flammen verglichen. Arago, Laugier und Mauvais in
pignon, Petit in Montpellier, Airy auf der Superga, Schumacher in Wien und viele
ere Astronomen stimmten in den Hauptzügen der Endresultate, trotz der großen Ver-
denheit der angewandten Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhun-
erschienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten werden sie sogar mit dem unbe-
fneten Auge erkannt. Die Schätzung der Höhenwinkel fiel allerdings verschieden aus;
sicherste ist wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu Toulouse. Sie war
45"; und würde, wenn die Erhabenheiten wirkliche Sonnenberge wären, Höhen von
000 geogr. Meilen geben; das ist fast siebenmal der Durchmesser der Erde, während die-
nur 112mal im Durchmesser der Sonne enthalten ist. Die Gesammtzahl der discutir-
Erscheinungen hat zu der sehr wahrscheinlichen Hypothese geführt: daß jene rothen
stalten Aufwallungen in der dritten Hülle sind; Wolkenmassen, welche die Pho-
sphäre erleuchtet†) und färbt. Arago, indem er diese Hypothese aufstellt, äußert zugleich
Vermuthung, daß das tiefe Dunkel des blauen Himmels, welches ich selbst auf den
chsten Cordilleren mit den, freilich noch bis jetzt so unvollkommenen Instrumenten ge-
essen, bequem Gelegenheit darbieten könne, jene bergartigen Wolken des äußersten Dunst-
eises der Sonne häufig zu beobachten‡).

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnenflecken am gewöhnlichsten gefun-
n werden (es beschreiben dieselben bloß am 8. Juni und 9. December gerade, und dazu
nter sich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav oder conver gekrümmte Linien
uf der Sonnenscheibe); so ist es gleich charakteristisch, daß sie selten in der Aequatorial-
egend von 3° nördlicher bis 3° südlicher Breite gesehen werden, ja in der Polargegend
änzlich fehlen. Sie sind im ganzen am häufigsten zwischen 11° und 15° nördlich vom
equator; und überhaupt in der nördlichen Hemisphäre häufiger oder, wie Sömmering
will, dort ferner vom Aequator zu sehen als in der südlichen Hemisphäre (Outlines § 393,
Lapreise p. 433). Schon Galilei bestimmte als äußerste Grenzen nördlicher und südlicher
eliocentrischer Breite 29°. Sir John Herschel erweitert diese Grenzen bis 35°; eben so
Schwabe (Schum. Astr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat Laugier (Comptes rendus
. XV. p. 944) bis 41°, Schwabe bis 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten
ehört ein Flecken, welchen La Hire unter 70° nördl. Breite beschreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenscheibe, ihre Seltenheit
nter dem Aequator selbst und in der Polargegend, ihre Reihung parallel dem
equator haben Sir John Herschel zu der Vermuthung veranlaßt, daß Hindernisse, welche
ie dritte, dunstförmige, äußerste Umhüllung an einigen Punkten der Entweichung der

*) Das ist der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinsterniß vom 15. Mai 1836 gesehen ward und von welchem schon damals der große Königsberger Astronom sehr richtig sagte: „daß, als die Mondscheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der Sonnen-Atmosphäre übrig blieb." (Bessel in Schum. Astr. Nachr. No. 320.)

†) „Si nous examinions de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées à des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que des masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil; que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en plomb; que la lumière solaire (la photosphère) les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons." (Arago im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.)

‡) „Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra contribuer à rendre les proéminences rougeâtres visibles. Il est donc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au sommet d'une très haute montagne, pourrait y observer régulièrement les *nuages de la troisième enveloppe solaire*, situés, en apparence, sur le contour de l'astre *ou un peu en dehors*; déterminer ce qu'ils ont de permanent et de variable, noter les périodes de disparition et de réapparition . . . ." Arago a. a. O. p. 471.

Wärme entgegenſetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmoſphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geſchwindigkeits-Verſchiedenheit unter jedem der Parallelkreiſe, die Urſach der Paſſatwinde und der Windſtillen nahe am Aequator ſind. Einzelne Flecken zeigen ſich ſo permanent, daß ſie, wie der große von 1779, ſechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieſelbe Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein ſchwarzer Kernflecken, welcher in der, von mir ſo viel benutzten Capreiſe von Sir John Herſchel abgebildet iſt, wurde durch genaue Meſſung ſo groß gefunden, daß, wenn unſer ganzer Erdball durch die Oeffnung der Photoſphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 200 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerkſam, daß es an der Sonne gewiſſe Meridian-Streifen giebt, in denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenflecken hat entſtehen ſehen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observatis 1828 p. 22). Die ſo verſchiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne ſind keineswegs der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuſchreiben; ſie rühren von der Eigenſchaft einiger Flecken her, ſelbſt ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat dieſem Gegenſtand eine ſpecielle Unterſuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotationen von 24ᵀ,28 und 26ᵀ,46 geben würden. Unſere Kenntniß von der wirklichen Rotationszeit der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobachteten Flecken gelten, welche durch Permanenz der Geſtaltung und durch Unveränderlichkeit des Abſtandes von andern, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Abſicht die Sonnenſcheibe durchſpäht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich glaubt; ſo findet man doch bei ſorgfältiger Prüfung zwiſchen den Anfängen des 9ten und des 17ten Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erſcheinungen aufgezeichnet, welchen man Vertrauen ſchenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerſt einem Aſtronomen aus dem Benedictiner-Orden, ſpäter dem Eginhard zugeſchriebenen Annalen der fränkiſchen Könige, den ſogenannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenſcheibe im Jahr 807; den 9½ Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Motaſem im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die Epochen von räthſelhaften geſchichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man ſich genauer ausdrücken ſollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung der Tageshelle, haben mich ſeit Jahren, als meteorologiſche oder vielleicht kosmiſche Erſcheinungen, zu ſpeciellen Unterſuchungen*) veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Herellia

*) Wenn es auch nicht zu läugnen iſt, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken geſehen haben mögen, ſo ſcheint es doch gewiß, daß ſolche vereinzelte Beobachtungen nie griechiſche und römiſche Schriftſteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben, der Erſcheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophraſt de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diosem. v. 90–92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 201 und Commentar zu Ariſtot. (Meteor. T. I. p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, beſagen bloß: daß die Sonnenſcheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verſchiedenheit auf der Oberfläche, nichts bezeichnendes (μηδέτι σῆμα φέρει), ſondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das σῆμα, die ſcheckige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmoſphäriſchen Dunſtkreiſe (der Scholiaſt des Aratus ſagt: der Dicke der Luft) zugeſchrieben; daher iſt auch immer von Morgen- und Abendſonne die Rede; weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glauben, über nahe bevorſtehende Wetterveränderungen belehren. Die Sonnenſcheibe am Horizont giebt Aufſchlüſſe über den Zuſtand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftſchichten. — Von den im Text bezeichneten, dem unbewaffneten Auge ſichtbaren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840 fälſchlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat, iſt der erſten ausgeführt in der großen hiſtoriſchen Sammlung von Juſtus Reuberus, Veteres Scriptores (1726) und zwar in der Abtheilung: Annales Regum Francorum Pipini, Karoli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo, Ludovici regis domestico, conscripti, p. 58. Für den Verfaſſer dieſer Annalen wurde auch ein Benedictiner-Mönch (p. 25), ſpäter und mit Recht der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des Großen Geheimſchreiber) gehalten; ſ. Annales Einhardi in Pertz, Monumenta Germaniae historica. Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: „DCCCVII. visa Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole quasi parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, *quae a nobis* orto illo comprecata est: sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus minime notare potuimus.“ — Den von den arabiſchen Aſtronomen erwähnten ſogenannten Durchgang der Venus führt Simon Ju-

obachtete dergleichen am 20. Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) mmer von vielen Sonnenfackeln begleitet ſind, ſo bin ich wenig geneigt jene Verdun-

anus in der Einleitung zum Globus caelestis Cu-e-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Al-ootasemo Chalifa visa est in sole prope medium igra quaedam macula, idque feria tertia die decia nona Mensis Regebi ....“ Man hielt ſie für en Planeten Venus, und glaubte dieſelbe macula igra (alſo wohl mit Unterbrechungen von 12–13 Tagen?) 91 Tage lang geſehen zu haben. Bald darauf ſei Motaſſem geſtorben. — Von den geſchichtlichen (der polaren Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir geſammelten Thatſachen hier folgende 17 Beiſpiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäſar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Caſſ. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlöſers. „Von der ſechsten Stunde an war eine Finſterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde“ (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein“. Euſebius führt zur Erklärung und Beſtätigung eine Sonnenfinſterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenſchreiber, Phlegon von Trallес, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieſer Olympiade zugehörige und im ganz Kleinaſien ſichtbare Sonnenfinſterniß ſchon am 24. Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. ſtatt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdiſchen Paſſahmahle zuſammen (Ideler Bd. I. S. 515–520), am 14. Niſan, und das Paſſah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinſtert worden ſein. Der Jeſuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuſchreiben zu dürfen.

358 am 22. Aug. zweiſtündige Verfinſterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerſtörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360 In allen öſtlichen Provinzen des römiſchen Reichs per Eoos tractus) war caligo a primo Aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: alſo wohl weder Aſchenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinſterniß, der es der Geſchichtsſchreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beſchreibung iſt ganz die einer wirklichen Sonnenfinſterniß; aber die Dauer und caligo in allen öſtlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erſchien: Verdunkelung, ſo daß Sterne bei Tage geſehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

536. Justinianus I Caesar imperavit ann s triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supplementum Historiae Dynastiarum, ed. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 ſehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565–578) Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; decidit-que ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erſt ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordſchein (ein magnetiſches Gewitter), dann Finſterniß und fallender Paſſatſtaub?

626, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenſcheibe verfinſtert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19. Auguſt auf eine ſchreckenerregende Weiſe verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. I. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; ſ. oben S. 534.

840 vom 28. Mai bis 26. Aug. (Aſſemani rechnet auffallenderweiſe Mai 839) der ſogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe; ſ. oben S. 534. (Der Chalif Al-Motaſſem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Watek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934. In der ſchätzbaren Historia de Portugal von Faria y Souſa 1730 p. 147 finde ich: „En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor.“ Dann öffnete ſich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenſchein.

1091 am 21ſten September eine Verdunkelung der Sonne, welche drei Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenſcheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat.“ Martin Cruſius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3. März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in Sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, presbyteri Patauiensis, Chronicon generale, in Oefelii Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein faſt ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenſchlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?) et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora

kelungen, bei denen zum Theil Sterne, wie in totalen Sonnenfinſterniſſen, ſichtbar wurden, den Kernflecken zuzuſchreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annaliſten Kunde geben, können, glaube ich, ſchon ihrer vielſtündigen Dauer wegen (nach Du Séjour's Berechnung iſt die längſte mögliche Dauer einer totalen Verfinſterung der Sonne für den Aequator 7′ 58″, für die Breite von Paris nur 6′ 10″), möglicherweiſe in drei ganz verſchiedenen Urſachen gegründet ſein: 1) in dem geſtörten Proceß der Licht-Entbindung, gleichſam in einer minderen Intenſität der Photoſphäre; 2) in Hinderniſſen (größerer und dichterer Wolkenbildung), welche die äußerſte, opake Dunſthülle, die, welche die Photoſphäre umgiebt, der Licht- und Wärmeſtrahlung der Sonne entgegenſetzt; 3) in der Verunreinigung unſerer Atmoſphäre: wie durch verdunkelnden, meiſt organiſchen, Paſſatſtaub, durch Tintenregen oder mehrtägigen, von Macgowan beſchriebenen chineſiſchen Sandregen. Die zweite und dritte der genannten Urſachen erfordern keine Schwächung des, vielleicht electro-magnetiſchen Lichtproceſſes (des perpetuirlichen Polarlichtes*) in der Sonnen-Atmoſphäre; die letzte Urſach ſchließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen am Mittag aus, von dem ſo oft bei jenen räthſelhaften, nicht umſtändlich genug beſchriebenen Verfinſterungen die Rede iſt.

Aber nicht bloß die Exiſtenz der dritten und äußerſten Umhüllung der Sonne, ſondern die Vermuthungen über die ganze phyſiſche Conſtitution des Centralkörpers unſeres Planetenſyſtems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatiſchen Polariſation. „Ein Lichtſtrahl, welcher viele Millionen Meilen weit aus den fernſten Himmelsräumen zu unſerem Auge gelangt, verkündigt im Polariſcop gleichſam von ſelbſt, ob er reflectirt oder gebrochen ſei; ob er von einem feſten, von einem tropfbar-flüſſigen oder von einem gasförmigen Körper emanirt: er verkündigt ſogar den Grad ſeiner Intenſität.“ (Kosmos Buch I. S. 22, Buch II. S. 370.) Es iſt weſentlich zu unterſcheiden zwiſchen dem natürlichen Lichte, wie es unmittelbar (direct) der Sonne, den Fixſternen oder Gasflammen entſtrömt und durch Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von 35° 25′ polariſirt wird; und zwiſchen dem polariſirten Lichte, das als ſolches gewiſſe Subſtanzen (glühende, ſowohl feſte als tropfbar-flüſſige Körper) von ſelbſt ausſtrahlen. Das polariſirte Licht, welches die eben genannten Claſſen von Körpern geben, kommt ſehr wahrſcheinlich aus ihrem Inneren. Indem es aus einem dichteren Körper in die dünnen umgebenden Luftſchichten tritt, wird es an der Oberfläche gebrochen; und bei dieſem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen Strahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion polariſirtes Licht, während der andere Theil die Eigenſchaften des durch Refraction polariſirten Lichtes darbietet. Das chromatiſche Polariſcop unterſcheidet beide durch die entgegengeſetzte Stellung der farbigen Complementar-Bilder. Mittelſt ſorgfältiger Verſuche, die über das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwieſen, daß ein glühender feſter Körper (z. B. eine rothglühende eiſerne Kugel) oder ein leuchtendes geſchmol-

---

nona. Chronicon Claustro-Neoburgense (von Kloſter-Neuburg bei Wien, die Jahre 218 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in Pez, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 458. den 23., 24. und 25. April, alſo einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht von Mühlbach, in welcher der Churfürſt Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler ſagt in Paralipom. ad Vitellion., quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 259: refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V. cum Saxoniae Duce Solem per tres dies cum sanguine permixtum comparuisse, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur. (Eben ſo Kepler, de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Urſach iſt er ſehr zweifelhaft: „Solis lumen ob causas quasdam sublimes hebetari .... vielleicht habe gewirkt materia sometica latius sparsa. Die Urſach könne nicht in unſerer Atmoſphäre gelegen haben, da man Sterne am Mittag geſehen.“ Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch geweſen ſei, weil Kaiſer Carl V. vor der Schlacht ſich beklagte: „semper se nebulae densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit“ (Lambert. Hortens. de bello german. lib. VI p. 182).

*) Schon Horrebow (Basis Astronomiae 1734 § 226) bedient ſich deſſelben Ausdruckes. Das Sonnenlicht iſt nach ihm „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunſtkreiſe vorgehendes Nordlicht, durch thätige magnetiſche Kräfte hervorgebracht“ ſ. Hanow in Joh. Dan. Titius, gemeinnützige Abhandlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102).

jenes, fließendes Metall in Strahlen, die in perpendicularer Richtung ausströmen, bloß natürliches Licht geben: während die Lichtstrahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln von den Rändern zu unserem Auge gelangen, polarisirt sind. Wurde nun dasselbe optische Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten scharf von einander unterscheidet, das Polariscop, auf Gasflammen angewendet; so war keine Polarisation zu entdecken, sollten auch die Lichtstrahlen unter noch so kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich selbst in den gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird, so scheint doch bei der so geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder der längere Weg die sehr obliquen Lichtstrahlen an Zahl und Stärke zu schwächen, noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang in ein anderes Medium, Polarisation durch Refraction zu erzeugen. Da nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polarisation zeigt, wenn man das Licht, welches in sehr obliquer Richtung unter bedeutend kleinen Winkeln von den Rändern ausströmt, im Polariscop untersucht; so folgt aus dieser wichtigen Vergleichung, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem festen Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar-flüssigem, sondern aus einer gasförmigen selbstleuchtenden Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle physische Analyse der Photosphäre.

Dasselbe Instrument hat aber auch zum Schlusse geführt, daß die Intensität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenscheibe nicht größer als die der Ränder ist. Wenn die zwei complementaren Farbenbilder der Sonne, das rothe und blaue, so über einander geschoben werden, daß der Rand des einen Bildes auf das Centrum des anderen fällt, so entsteht ein vollkommenes Weiß. Wäre die Intensität des Lichts in den verschiedenen Theilen der Sonnenscheibe nicht dieselbe, wäre z. B. das Centrum der Sonne leuchtender als der Rand; so würde, bei dem theilweisen Decken der Bilder, in dem gemeinschaftlichen Segmente des blauen und rothen Discus nicht ein reines Weiß, sondern ein blasses Roth erscheinen, weil die blauen Strahlen nur vermögend wären einen Theil der häufigeren rothen Strahlen zu neutralisiren. Erinnern wir uns nun wieder, daß in der gasförmigen Photosphäre der Sonne, ganz im Gegensatz mit dem, was in festen oder tropfbar-flüssigen Körpern vorgeht, die Kleinheit der Winkel, unter welchen die Lichtstrahlen emaniren, nicht ihre Zahl an den Rändern vermindert; so würde, da derselbe Visionswinkel an den Rändern eine größere Menge leuchtender Punkte umfaßt als in der Mitte der Scheibe, nicht auf die Compensation zu rechnen sein, welche, wäre die Sonne eine leuchtende eiserne Kugel, also ein fester Körper, an den Rändern zwischen den entgegengesetzten Wirkungen der Kleinheit des Strahlungswinkels und des Umfassens einer größeren Zahl von Lichtpunkten unter demselben Visionswinkel statt fände. Die selbstleuchtende gasförmige Umhüllung, d. i. die uns sichtbare Sonnenscheibe, müßte sich also im Widerspruch mit den Anzeigen des Polariscops, welches den Rand und die Mitte von gleicher Intensität gefunden, leuchtender in dem Centrum als an dem Rande darstellen. Daß dem nicht so ist, wird der äußersten, trüben Dunsthülle zugeschrieben, welche die Photosphäre umgiebt, und das Licht vom Centrum minder dämpft als die auf langem Wege die Dunsthülle durchschneidenden Lichtstrahlen der Ränder*). Bouguer und Laplace, Airy und Sir John Herschel sind den hier

*) Arago in den Mémoires des sciences mathém. et phys. de l'Institut de France, Année 1811 Partie I. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 351 und 652; Fourier, Eloge de William Herschel in den Mém. de l'Institut T. VI. Année 1823 (Par. 1827) p. LXXII. Es ist ebenfalls merkwürdig und beweisend für eine große Gleichartigkeit in der Natur des Lichts, aus dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenscheibe emanirend, daß dies aus einem sinnreichen Versuch von Forbes, während einer Sonnenfinsterniß im Jahr 1836, ein aus alleinigen Randstrahlen gebildetes Spectrum in Hinsicht auf Zahl und Lage der dunkeln Linien oder Streifen, die es durchlaufen, ganz identisch mit dem war, welches aus der Gesammtheit des Sonnenlichts entspringt. Wenn im Sonnenlicht Strahlen von gewisser Brechbarkeit fehlen, so sind sie also wohl nicht, wie Sir David Brewster vermuthet, in der Sonnen-Atmosphäre selbst verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, eine viel dickere Schicht durchschneidend, dieselben dunkeln Linien hervorbringen. (Forbes, in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 576.) Ich stelle am Ende dieser Note alles zusammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's Handschriften gesammelt:

„Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la certitude que le bord du soleil a la même in

ſeien, das Sauerſtoffgas aber am ſchwächſten; wurde durch ſeine letzte Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwieſen: daß Sauerſtoffgas allein unter allen Gasarten ſich wie Eiſen, d. h. in nord-ſüdlicher Achſenſtellung, verhalte; ja daß das Sauerſtoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temperatur von ſeiner paramagnetiſchen Kraft verliere. Da die diamagnetiſche Thätigkeit der anderen Beſtandtheile der Atmoſphäre, des Stickgaſes und der Kohlenſäure, weder durch ihre Ausdehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird, ſo iſt nur die Hülle von Sauerſtoff in Betrachtung zu ziehen, welche den ganzen Erdball „gleichſam wie eine große Kuppel von dünnem Eiſenblech umgiebt und von ihm Magnetismus empfängt.“ Die Hälfte der Kuppel, welche der Sonne zugekehrt iſt, wird weniger paramagnetiſch ſein als die entgegengeſetzte; und da dieſe Hälften durch Rotation und Revolution um die Sonne ſich immerfort in ihren Grenzen räumlich verändern, ſo iſt Faraday geneigt aus dieſen thermiſchen Verhältniſſen einen Theil der Variationen des telluriſchen Magnetismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente begründete Aſſimilation einer einzigen Gasart, des Sauerſtoffs, mit dem Eiſen iſt eine wichtige Entdeckung*) unſerer Zeit; ſie iſt um ſo wichtiger, als der Sauerſtoff wahrſcheinlich faſt die Hälfte aller ponderablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet. Ohne die Annahme magnetiſcher Pole in dem Sonnenkörper oder eigener magnetiſcher Kräfte in den Sonnenſtrahlen kann der Centralkörper als ein mächtiger Wärmequell magnetiſche Thätigkeit auf unſerem Planeten erregen.

Die Verſuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an einzelnen Orten angeſtellte meteorologiſche Beobachtungen zu erweiſen, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1. Januar 1846 der Erde zugewandt war) eine ſtärkere wärmere Kraft als die entgegengeſetzte beſitze†), haben eben ſo wenig zu ſichern Reſultaten geführt als die ſogenannten Beweiſe der Abnahme des Sonnendurchmeſſers, geſchloſſen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen von Maskelyne. Feſter begründet aber ſcheint die vom Hofrath Schwabe in Deſſau auf beſtimmte Zahlenverhältniſſe reducirte Periodicität der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Aſtronomen, die mit vortrefflichen Inſtrumenten ausgerüſtet ſind, hat dieſem Gegenſtand eine ſo anhaltende Aufmerkſamkeit widmen können. Während des langen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300 Tage im Jahre die Sonnenſcheibe durchforſcht. Da ſeine Beobachtungen der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffentlicht waren, ſo habe ich von ſeiner Freundſchaft erlangt, daß er mir dieſelben mitgetheilt, und zugleich auf eine Zahl von Fragen geantwortet hat, die ich ihm vorgelegt. Ich ſchließe den Abſchnitt von der phyſiſchen Conſtitution unſeres Centralkörpers mit dem, womit jener Beobachter den aſtronomiſchen Theil meines Buches hat bereichern wollen.

„Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen laſſen wohl keinen Zweifel übrig, daß wenigſtens vom Jahre 1826 bis 1850 eine Periode der Sonnenflecken von ungefähr 10 Jahren in der Art ſtatt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen iſt. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (ſagt Schwabe) ältere Beobachtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, ſtimme aber gern der Meinung bei, daß dieſe Periode ſelbſt wieder veränderlich ſein könne ‡).“

---

*) Faraday über atmoſphäriſchen Magnetismus, in den Exper. Researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Phil. Transact. for 1851 Part 1.) § 2774, 2780, 2881, 2892–2968, und für das Hiſtoriſche der Unterſuchung § 2847.

†) Vergl. Nervander aus Helſingfors im Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. de St. Pétersbourg T. III. 1845 p. 30–32, und Buys-Ballot aus Utrecht in Poggend. Annalen der Phyſ. Bd. 68. 1846 S. 205–213.

‡) Was den handſchriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen iſt von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterſchieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren ſchon in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

uge ſichtbar iſt, zu dem Reſultate gelangt war, daß der ſchwärzeſte Kern der Sonnenflecken uchtender ſei als die hellſten Theile des Vollmondes.

William Herſchel ſchätzte (die Intenſität des ganzen Sonnenlichts zu 1000 geſetzt) die öfe oder Penumbren der Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den ſchwarzen Kernfleck ſelbſt 7. Nach dieſer, wohl nur ſehr muthmaßlichen Angabe beſäße, da man die Sonne nach ouguer für 300000mal lichtſtärker als den Vollmond hält, ein ſchwarzer Kernfleck noch er 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad der Erleuchtung der von uns ſehenen Kernflecken: d. i. des an ſich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex n den Wänden der geöffneten Photoſphäre, von der inneren, die Penumbren erzeugenden unſthülle, und durch das Licht der irdiſchen Luftſchichten, durch die wir ſehen; hat ſich ch auf eine merkwürdige Weiſe bei einigen Durchgängen des Merkur offenbart. Mit m Planeten verglichen, welcher uns alsdann die ſchwarze Nachtſeite zuwendet, erſchienen e nahen, dunkelſten Kernflecken in einem lichten Braungrau *). Ein vortrefflicher Beobachter, Hofrath Schwabe in Deſſau, iſt bei dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 uf dieſen Unterſchied der Schwärze zwiſchen Planet und Kernflecken beſonders aufmerkſam ewesen. Mir ſelbſt iſt leider bei dem Durchgang vom 9. November 1802, welchen ich in Peru beobachtete, da ich zu anhaltend mit Abſtänden von den Fäden beſchäftigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurſcheibe die nahen dunklen Sonnenflecken faſt berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausſtrahlen als die fleckenloſen Theile der Sonnenſcheibe, iſt ſchon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch ſeine Verſuche erwieſen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projicirt und die Wärme-Unterſchiede mittelſt eines thermo-electriſchen Apparats gemeſſen †).

Sei es, daß die Wärmeſtrahlen ſich von den Lichtſtrahlen durch andere Längen der Transverſal-Schwingungen des Aethers unterſcheiden; oder, mit den Lichtſtrahlen identiſch, nur in einer gewiſſen Geſchwindigkeit von Schwingungen, welche ſehr hohe Temperaturen erzeugt, in unſeren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: ſo kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unſerem Planeten, beſonders in deſſen gasartiger Umhüllung, im Luftkreiſe, magnetiſche Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electriſcher Erſcheinungen in kryſtalliſirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oerſted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchſtrömte Leiter während der Dauer des electriſchen Stromes beſtimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat, offenbarten factiſch den Verkehr zwiſchen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee ſolcher Verwandtſchaft geſtützt, ſtellte der geiſtreiche Ampère, der allen Magnetismus electriſchen Strömungen zuſchrieb, welche in einer ſenkrecht auf die Achſen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypotheſe auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetiſche Ladung des Erdkörpers) durch electriſche Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Oſt nach Weſt umfließen; ja daß die ſtündlichen Variationen der magnetiſchen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenſtand wechſelnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, ſei. Die thermo-magnetiſchen Verſuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in den Verbindungsſtellen eines Kreiſes (von Wismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetnadel verurſachen, beſtätigten Ampère's Anſichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung faſt mit dem Druck dieſer Blätter zuſammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über dieſen wichtigen Gegenſtand. Während frühere Arbeiten dieſes großen Phyſikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetiſch, d. h. ſich oſt-weſtlich ſtellend, wie Bismuth und Phosphor,

*) Mädler, Aſtr. S. 81.

†) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28 p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68. S. 101.

(Astr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn sie in Massen vorhanden sind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In diesen sieht man Poren und schwarze Punkte meist strahlenförmig sich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten, woraus die so oft ganz übereinstimmende Gestalt des Hofes mit der des Kernes entsteht."

Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen werden sich dann erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einst unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechanischer Uhrbewegung und photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen *) der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologischen Processe bewirken die Erscheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrscheinlich sind auch dort, wie in der Meteorologie unseres Planeten, die Störungen von so mannigfaltiger und verwickelter Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöst werden kann.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind, nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Scheiben emaniert (Kosmos Buch III. S. 422). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien, ist schon an einem anderen Orte †) erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volum, unter sich oder mit ihren Abständen von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotations-Zeiten, Excentricitäten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits und jenseits der Zone der Kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleichender Betrachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen, einen besonderen Fleiß auf die Auswahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in der diese Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten und sichersten Forschungen gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nur fünf

*) Sir John Herschel, Capreise p. 434.

†) Kosmos Buch I. S. 104 und Anm.

Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Sichtigkeit, die man in Folge religiöser*) Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich, „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen†). Eben so werden in der alten pythagorischen Vorstellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltherd, ἑστία) kreisen, „unmittelbar unter dem Fixsternhimmel" die fünf Planeten genannt‡); ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbst Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie sie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt‖), wie sie der von mir an einem anderen Orte¶) untersuchte Thierkreis des Bianchini (wahrscheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darstellt und sie ägyptische Monumente aus den Zeiten der Cäsaren enthalten, gehört nicht der alten Astronomie, sondern den späteren Epochen an, in welchen die astrologischen Träumereien sich überall verbreitet hatten**). Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten gesetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Ansicht des Anaxagoras (Kosmos Buch II. S. 357 und 357 Anm. *) ausnimmt, fast nie seiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen sind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius††) und Martianus Capella‡‡) anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der selbst um die Erde kreisenden Sonne. Ein solches System ist mit eben so wenig Grund ein ägyptisches‖‖) zu nennen als mit den Ptolemäischen Epicykeln oder der Tychonischen Weltansicht zu verwechseln.

---

*) Gesenius in der Hallischen Literatur-Zeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsbl. S. 801–812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, den 5 Planeten standen nur Genien vor.

†) Plato im Tim. p. 38 Steph.

‡) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

‖) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Pruckner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

¶) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42–49. Ich habe schon damals, 1812, auf die Analogien des Thierkreises von Bianchini mit dem von Dendera aufmerksam gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97 und Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

**) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestreitet schon wegen der Zahl 7 den alt-chaldäischen Ursprung der Planetenwoche.

††) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 p. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Aegypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: „Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem quasi, uti centrum, itineribus coronantes, regressiones retrorsum et retardationes faciunt."

‡‡) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis Philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 189: „Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli longitudinis omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centron in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando . . . . ." Da diese Stelle überschrieben ist: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis, so konnte sie freilich, wie Gassendi behauptet, Einfluß auf die ersten Ansichten des Copernicus ausüben, mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeschriebenen Stellen. Doch sagt Copernicus auch nur: „minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem." Vergl. Kosmos Buch II. S. 358 und Anm.

‖‖) Henri Martin in seinem Commentar zum Timäus Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 129–133) scheint mir sehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolf's und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. S. 443 und in seiner Abhandlung über Eudoxus S. 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius (in Somn. Scipionis lib. I. cap. 19, lib. II. cap. 3, ed. 1694 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Systeme des Vitruvius und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne sind, die sich aber selbst, wie die anderen Planeten um die fest im Centrum stehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterschiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. „Ciceroni," sagt er, „Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est." Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Planetensystems (Somn. Scip. cap. 4) ausruft: „hunc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus;" so deutet er nur auf die Nähe der Kreise der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars

Die Namen, durch welche die sternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, sind zweierlei Art: Götternamen; oder bedeutsame beschreibende, aus physischen Eigenschaften hergenommene. Was ursprünglich davon den Chaldäern oder den Aegyptern angehöre, ist nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um so schwerer zu entscheiden, als die griechischen Schriftsteller uns nicht die ursprünglichen, bei anderen Völkern gebräuchlichen Namen, sondern nur in das Griechische übertragene, nach der Individualität ihrer Ansichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer besessen, ob diese bloß als begabte Schüler*) der Ersteren auftraten, berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der ersten Gesittung des Menschengeschlechts, der Anfänge wissenschaftlicher Gedankenentwickelung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptischen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptischen Namen der Planeten sind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten †).

Auffallend ist es, daß Plato und Aristoteles sich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während später z. B. in dem dem Aristoteles fälschlich zugeschriebenen Buche de Mundo schon ein Gemisch von beiden Arten von Benennungen, der göttlichen und der beschreibenden (expressiven), sich findet: φαέθων für Saturn, στίλβων für Merkur, πυρόεις für Mars ‡). Wenn dem Saturn, dem äußersten der

aufgezählt hatte: alle kreisend um die unbewegliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht die Kreisbahn eines Hauptplaneten umschließen, und doch sagt Macrobius bestimmt: „Aegyptiorum ratio talis est: circulus, per quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit." Es sind alles sich parallel bleibende, einander gegenseitig umfangende Bahnen.

*) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

†) Der bei Vettius Valens und Cedrenus verstümmelte Name des Planeten Mars soll mit Wahrscheinlichkeit dem Namen Her-tosch entsprechen, wie Seb dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

‡) Die auffallendsten Unterschiede finden sich, wenn man vergleicht Aristot. Metaph. XII cap. 8 pag. 1073 Bekker mit Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erscheinen schon die Planetennamen Phaethon, Pyroïs, Hercules, Stilbon und Juno: was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäische Astrologie bereits über das ganze römische Reich verbreitet war, und Benennungen verschiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Kosmos Buch II. S. 198 und Anm. Daß die Chaldäer zuerst die Planeten nach ihren babylonischen Göttern genannt haben und daß diese göttlichen Planetennamen so zu den Griechen übergegangen sind, spricht bestimmt aus Diodor von Sicilien. Ideler (Eudorus S. 48) schreibt dagegen diese Benennungen den Aegyptern zu, und gründet sich auf die alte Existenz einer siebentägigen Planetenwoche am Nil (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 180): eine Hypothese, die Lepsius vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Eratosthenes, aus dem Verfasser der Epinomis (Philippus Opuntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tatius, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf ältesten Planeten zusammentragen, wie sie uns hauptsächlich durch Vorliebe zu astrologischen Träumereien erhalten worden sind:

Saturn: φαίνων, Nemesis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon. Smyrn. p. 87 und 165 Martin);
Jupiter: φαέθων, Osiris;
Mars: πυρόεις, Hercules;
Venus: ἑωσφόρος, φωσφόρος, Lucifer: ἕσπερος, Vesper; Juno, Isis;
Merkur: στίλβων, Apollo.

Achilles Tatius (Isag. in Phaen. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtschwächsten der Planeten (wohl nur weil er Heil bringt) den Glänzenden nennen." Was Diese bezieht sich der Name darauf, „daß Saturn der Zukunft am meisten und klarsten verkündigende Planet war." (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 33 und im Journal des Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteron, Analyse de Recherches sur l'origine p. 97.) Benennungen, die von einem Volke zum anderen als Aequivalente übergehen, hangen allerdings in ihrem Ursprunge nach von nicht zu ergründenden Aehnlichkeiten ab: doch ist hier wohl zu bemerken, daß sprachlich φαίνειν ein bloßes Scheinen, also ein mattes Leuchten mit continuirlichem, gleichmäßigem Licht, ausdrückt, während στίλβειν ein unterbrochenes, lebhafter glänzendes, funkelndes Licht voraussetzt. Die beschreibenden Benennungen: φαίνων für den entfernteren Saturn, στίλβων für den uns näheren Planeten Mercur, scheinen um so passender, als ich schon früher (Kosmos Buch III. S. 421) daran erinnert habe, wie bei Tage im großen Refractor von Fraunhofer Saturn und Jupiter lichtschwach erscheinen in Vergleich mit dem funkelnden Merkur. Es ist daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine Folge zunehmenden Glanzes angedeutet von Saturn (φαίνων) bis zu Jupiter, dem leuchtenden Lenker des Lichtwagens (φαέθων), bis zum feurig glühenden Mars (πυρόεις), bis zu der Venus (φωσφόρος) und dem Merkur (στίλβων).

Die mir bekannte indische Benennung des langsam Wandelnden ('sanaistschara) für Saturn hat mich veranlaßt, meinen berühmten Freund Colebrooke zu befragen, ob überhaupt auch in den indischen Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrscheinlich den Chaldäern, zwischen Götternamen und beschreibenden Namen zu unterscheiden sei. Ich theile hier mit, was ich diesem großen Sprachforscher verdanke, lasse aber die Planeten nach ihren wirklichen Abständen von der Sonne wie in der obigen Tabelle (Saturn vom größten Abstande) folgen, nicht wie sie im Tarakoscha (bei Colebrooke p. 17 und 18) gereiht sind. Es giebt nach Sanskrit-Benennung in der That unter 5 Namen 3 beschreibende: Saturn, Mars und Venus.

„Saturn: 'sanaistschara, von 'sanais, langsam, und tschara, gehend; auch 'sauri, eine Benennung des Wischnu (herstammend als Patronymicum von 'sûra, Großvater des Krischna), und 'sani. Der

bekannten Planeten, ſonderbar genug, wie Stellen aus dem Commentar des Sim- (p. 122) zum 8ten Ariſtoteliſchen Buche de Coelo, aus Hygin, Diodor und Theon ayrnäer beweiſen, die Benennung Sonne beigelegt ward; ſo war es gewiß nur ge und die Länge ſeines Umlaufes, die ihn zum Herſcher der andern Planeten er- Die beſchreibenden Benennungen, ſo alt und chaldäiſch ſie zum Theil auch ſein fanden ſich bei griechiſchen und römiſchen Schriftſtellern, doch erſt recht häufig in der Cäſaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Aſtrologie zuſammen. netenzeichen ſind, wenn man die Scheibe der Sonne und die Mondſichel auf ägyp- Monumenten abrechnet, ſehr neuen Urſprungs; nach Letronne's Unterſuchungen *)

---

nname 'sani-vâra für dies Saturni iſt wur- verwandt mit dem Adverbium 'sanais, lang- Die Benennungen der Wochentage nach Pla- deint aber Amarasinha nicht zu kennen. Sie hl ſpäterer Einführung.

piter: Vrihaspati: oder nach älterer, ve- Schreibart, der Laſſen folgt, Brihaspati: Herr ſenes, eine vediſche Gottheit: von vrih (brih), , und pati, Herr."

rds: angaraka (von angara, brennende auch lohitânga, der Rothkörper: von lôhi- , und anga, Körper."

nus: ein männlicher Planet, der 'sukra i. der glänzende. Eine andere Benennung Planeten iſt daitya-guru: Lehrer, guru, der , Daityas."

rkur: Budha, nicht zu verwechſeln als Pla- ne mit dem Religions-Stifter Buddha: auch ya, Sohn der Nymphe Rohini, Gemahlin des (soma), weshalb der Planet bisweilen , heißt, ein Patronymicum vom Sanskrit- Rond. Die ſprachliche Wurzel von budha, anetenname, und buddha, dem Heiligen, iſt iſſen. Daß Wuotan (Wotan, Odin) im enhang mit Budha ſtehe, iſt mir unwahr- . Die Vermuthung gründet ſich wohl haupt- auf die äußerliche Formähnlichkeit und auf die Stimmung der Benennung des Wochentages, Veurii, mit dem altſächſiſchen Wôdanes dag indiſchen Budha-vâra, d. i. Budha's Tag. deutet urſprünglich Mal, z. B. in bahuvâ- mal; ſpäter kommt es am Ende eines Com- in der Bedeutung Tag vor. Den germa- Wuotan leitet Jacob Grimm (Deutſche gie S. 129) von dem Verbum watan, vuot waten) ab, welches bedeutet: meare, trans- eum impetu ferri, und buchſtäblich dem la- vadere entſpreche. Wuotan, Odin iſt nach Grimm das allmächtige, alldurchdringende qui omnia permeat, wie Lucan vom Jupi- " Vergl. über den indiſchen Namen des ages, über Budha und Buddha, und die age überhaupt die Bemerkungen meines ro in ſeiner Schrift: Ueber die Verbindun- chen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. 87–190).

*) Letronne sur l'amulette de Jules Cé- Signes planétaires in der Revue archéolo- ée III. 1846 p. 261. Salmaſius ſah in dem anetenzeichen des Jupiter den Anfangs- von Ζεύς, in dem des Mars eine Abkürzung τοῦ Ἡρακλέους. Die Sonnenſcheibe wurde als ch einen ſchief und triangular ausſtrömenden ndel faſt unkenntlich gemacht. Da die Erde, iſch-pythagoriſche Syſtem etwa abgerechnet, Planeten beigezählt wurde, ſo hält Letronne nzeichen der Erde „für ſpäter als Coper- Gebrauch gekommen." — Die merkwürdige Diodorus über die Weihung der Me- ne Planeten iſt dem Proclus entlehnt und aufgefunden worden (ſie ſteht nach der Baſe-

ler Ausgabe p. 14, in der von Schneider p. 30). Vergl. für Olympiodorus: Ariſtot. Meteor. ed. Ideler T. II. p. 163). Auch das Scholion zum Pindar (Isthm.), in welchem die Metalle mit den Planeten verglichen werden, gehört der neu-platoniſchen Schule an; Lobeck, Aglaophamus in Orph. T. II. p. 936. Planetenzeichen ſind nach derſelben Verwandtſchaft der Ideen nach und nach Metallzeichen, ja einzeln (wie Mercurius für Queckſilber, argentum vivum und hydrargyrus des Plinius) Metallnamen geworden. In der koſtbaren griechiſchen Manuſcriptenſammlung der Pariſer Bibliothek befinden ſich über die kabaliſtiſche ſogenannte heilige Kunſt zwei Handſchriften, deren eine (No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten geweihten Metalle aufführt; die andere aber (No. 2329), der Schrift nach aus dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemiſches Wörterbuch) Namen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen verbindet (Höfer, Histoire de la Chimie T. I. p. 250). In der Pariſer Handſchrift No. 2250 wird das Queckſilber dem Merkur, das Silber dem Monde zugeſchrieben, wenn umgekehrt in No. 2329 dem Monde das Queckſilber und dem Jupiter das Zinn angehört. Letzteres Metall hat Olympiodorus dem Merkur beigelegt. So ſchwankend waren die myſtiſchen Beziehungen der Weltkörper zu den Metallkräften.

Es iſt hier der Ort, auch der Planetenſtunden und der Planetentage in der kleinen ſiebentägigen Periode (Woche) zu erwähnen, über deren Alter und Verbreitung unter ferne Völker erſt in der neueſten Zeit richtigere Anſichten aufgeſtellt worden ſind. Die Aegypter haben urſprünglich, wie Lepſius (Chronologie der Aeg. S. 132) erwieſen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die älteſten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine ſiebentägige, ſondern zehntägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei ſolcher Decaden bildeten einen der zwölf Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei Dio Caſſius (lib. XXXVII cap. 18) leſen: „daß der Gebrauch die Tage nach den ſieben Planeten zu benennen zuerſt bei den Aegyptern aufgekommen ſei, und ſich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe, namentlich zu den Römern, bei denen er nun ſchon ganz einheimiſch ſei:" ſo muß man nicht vergeſſen, daß dieſer Schriftſteller in der ſpäten Zeit des Alexander Severus lebte, und es ſeit dem erſten Einbruche der orientaliſchen Aſtrologie unter den Cäſaren und bei dem frühen großen Verkehr ſo vieler Volksſtämme in Alexandrien, die Sitte des Abindiandes wurde, alles alt ſcheinende ägyptiſch zu nennen. Am urſprünglichſten und verbreitetſten iſt ohne Zweifel die ſiebentägige Woche bei den ſemitiſchen Völkern geweſen: nicht bloß bei den Hebräern, ſondern ſelbſt unter den arabiſchen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forſcher des ſemitiſchen Alterthums, dem orientaliſchen Reiſenden, Prof. Tiſchendorf zu Leipzig, die Fragen vorgelegt: ob in den Schriften des Alten Bundes ſich außer dem Sabbath Namen für die einzelnen Wochentage (andere als der 2te und 3te Tag des schebua) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Teſtamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Pa-

sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen

---

lästina gewiß schon planetarische Astrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der 7tägigen Periode vorkomme? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Testamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, sie fehlen auch in Mischna und Talmud. Man sagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des schebua, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zusatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Ideler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erster, zweiter, dritter des Sabbaths steht. Das Wort ἑβδομάς für schebua hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 5te Jahrhundert seiner Redaction nach reicht, hat beschreibende hebräische Namen für einzelne Planeten, für die glänzende Venus und den rothen Mars. Darunter ist besonders merkwürdig der Name Sabbatai (eigentlich Sabbath-Stern) für Saturn: wie unter den pharisäischen Sternnamen, welche Epiphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Hochab Sabbath gebraucht wird. Ist dies nicht von Einfluß darauf gewesen, daß der Sabbathtag zum Saturntage wurde, Saturni sacra dies des Tibull (Eleg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des Tacitus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieser Beziehungen auf Saturn als Planet und als eine traditionell historische Person." Vergl. auch Fürst, Kultur- und Literaturgeschichte der Juden in Asien, 1849 S. 40.

Die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes haben gewiß früher die Aufmerksamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf sich gezogen als astrologische Phantasien. Es ist daher wohl mit Ideler anzunehmen, daß die Woche aus der Länge synodischer Monate entstanden ist, deren vierter Theil im Mittel 7 3/8 Tage beträgt; daß dagegen Beziehungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer Abstände von einander) sammt den Planetenstunden und -Tagen einer ganz andern Periode fortgeschrittener und theoretisirender Cultur angehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Planeten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond,

nach dem ältesten und am meisten verbreiteten Glauben (Geminus, Elem. Astr. p. 4; Cicero, Somn. Scip. cap. 4; Firmicus II, 4) zwischen der Fixstern-Sphäre und der fest stehenden Erde, als Centralkörper, sind drei Meinungen aufgestellt worden: eine entnommen aus musikalischen Intervallen; eine andere aus der astrologischen Benennung der Planetenstunden; eine dritte aus der Vertheilung von je drei Decanen oder drei Planeten, welche die Herren (domini) dieser Decane sind, unter die 12 Zeichen des Thierkreises. Die beiden ersten Hypothesen finden sich in der merkwürdigen Stelle des Dio Cassius in welcher er erläutern will (lib. XXXVII, cap. 17), warum die Juden den Tag des Saturn (unseren Sonnabend) nach ihrem Gesetze feiern. „Wenn man," sagt er, „das musikalische Intervall, welches διὰ τεσσάρων, die Quarte, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufszeiten anwendet, und dem Saturn, dem äußersten von allen, die erste Stelle anweist; so trifft man zunächst auf den vierten (die Sonne, dann auf den siebenten (den Mond), und erhält so die Planeten in der Ordnung, wie sie als Namen der Wochentage auf einander folgen." (Den Commentar zu dieser Stelle liefert Vincent, sur les Manuscrits grecs relatifs à la Musique 1847 p. 138; vergl. auch Lobeck, Aglaophamus, in Orph. p. 941–946.) Die zweite Erklärung des Dio Cassius ist von der periodischen Reihe der Planetenstunden hergenommen. „Wenn man," sagt er zu, „die Stunden des Tages und der Nacht von der ersten (Tagesstunde) zu zählen beginnt; diese dem Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die sechste dem Merkur, die siebente dem Monde beilegt, und diese Ordnung, welche die Aegypter den Planeten gaben, und immer wieder von vorn anfängt: so wird es sich finden, wenn man alle 24 Stunden durchgegangen ist, daß die erste des folgenden Tages auf die Sonne, die erste des dritten auf den Mond, kurz die erste eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem der Tag benannt wird." Eben so nennt Perlus Lydus, ein astronomischer Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten jedes Wochentages denjenigen Planeten, dessen Name auf die erste Tagesstunde fällt.

Diese Erklärungsweise von den Benennungen der Wochentage ist bisher sehr allgemein für die richtige angesehen worden; aber Letronne, gestützt auf [illegible] Louvre aufbewahrten, lange vernachlässigten Theile des Bianchini, auf welchen ich selbst im Jahr 1841 die Archäologen wegen der merkwürdigen Verbindung der griechischen und kirgisisch-tartarischen Thierkreise darum aufmerksam gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Vertheilung von je drei Planeten auf die Zeichen des Thierkreises, für die entsprechendste (Letronne, Observ. crit. et archéol. sur l'origine des représentations zodiacales 1824 p. 97–99). Diese Planeten-Vertheilung unter die 36 Decane der Thierkreismerie ist ganz die, welche Julius Firmicus Maternus (II, 4) als „Signorum decani eorumque [illegible] beschreibt." Wenn man in jedem Zeichen den Anfang sondert, welcher der erste der drei ist, so erhält man in Folge der Planetentage in der Woche. (Jupiter, Sonne, Venus, Merkur; Wage: Mond, Saturn, Jupiter; Scorpion: Mars, Sonne, Venus; Schütze: Merkur.... können hier als Beispiel dienen für die 4 ersten Wochentage: Dies *Solis, Lunae, Martis, Mercurii.*) Da nach Diodor die Chaldäer ursprünglich nur 5 Planeten (die sternartigen), nicht 7 zählten, so haben alle hier aufgeführte Combinationen, in denen mehr als fünf Planeten periodische Reihen bilden, [illegible] eines altchaldäischen, sondern vielmehr sehr hohen alexandrinischen Ursprungs zu sein (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten in Wochentage mit ihrer Reihung und Vertheilung unter die Decane in dem Thierkreis von Bianchini will es vielleicht einigen Lesern willkommen sein hier eine ganz kurze Erläuterung zu finden. Wenn man der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung jedem Weltkörper einen Buchstaben giebt (Saturn a, Jupiter b, Mars c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und aus diesen 7 Gliedern die periodische Reihe

a b c d e f g, a b c d ...

bildet; so erhält man 1) durch Ueberspringung von je 2 Gliedern, bei der Vertheilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten umfaßt (von welchen der erste dem gleichen Zeichens im Thierkreise den Wochentag den Namen giebt), die neue periodische Reihe

a d g e b f c a d g e b f c ....

das ist Dies Saturni, Solis, Lunae, Martis [illegible] 2) dieselbe neue Reihe

a d g e ....

durch die von Dio Cassius angegebene Methode der Planetenstunden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage ihren Namen von den Planeten entlehnen, welcher die erste Tagesstunde beherrscht, daß man also abwechselnd ein Glied der neuen und der 7gliedrigen Planetenreihe zu nehmen und [illegible]

mistischen Handschriften beigefügt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astro-
en: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die früheſten Planetenzeichen,
denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmaſius mit gewohntem Scharfſinn gezeigt,
Buchſtaben entſtanden ſind, waren ſehr von den unſrigen verſchieden; die jetzige Form
kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezweifelt iſt es und durch eine dem
lus (ad Tim. ed. Basil. p. 14) vom Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein
s Scholion zum Pindar (Isthm. V, 2) erwieſen, daß die ſymboliſirende Gewohnheit,
ſſe Metalle den Planeten zu weihen, ſchon neu-platoniſchen alexandriniſchen Vorſtel-
en des 5ten Jahrhunderts zugehört. (Vergl. Olympiod. Comment. in Aristot.
eorol. cap. 7, 3 in Ideler's Ausgabe der Meteor. T. II. p. 163; auch T. I. p. 199
251.)

Wenn ſich die Zahl der ſichtbaren Planeten nach der früheſten Einſchränkung der Be-
tung auf 5, ſpäter mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mon-
auf 7 belief; ſo herrſchten doch auch ſchon im Alterthum Vermuthungen, daß außer
n ſichtbaren Planeten noch andere, lichtſchwächere, ungeſehene, vorhanden wären. Dieſe
nung wird von Simplicius als eine ariſtoteliſche bezeichnet. „Es ſei wahrſcheinlich, daß
e dunkle Weltkörper, die ſich um das gemeinſame Centrum bewegten, bisweilen Mond-
rniſſe ſo gut als die Erde veranlaſſen.“ Artemidorus aus Epheſus, den Strabo oft
Geographen anführt, glaubte an anzählige ſolcher dunkeln kreiſenden Weltkörper. Das
ideale Weſen, die Gegenerde (ἀντίχθων) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den

---

ringen hat. Nun iſt es bei einer periodiſchen Reihe
gültig, ob man eine gewiſſe Anzahl von Gliedern,
Dieſe Anzahl um irgend ein Multiplum der Glie-
der Periode (hier 7) vermehrt, überſpringt. Ein
ungen von 23 (= 3 . 7 + 2) Gliedern in der
Methode, der der Planetenſtunden, führt alſo
ſelben Reſultate als die erſte Methode der De-
welcher nur zwei Glieder überſprungen wurden.
ſchon in der letzten Anmerkung auf die merk-
Aehnlichkeit zwiſchen dem vierten Wochentage,
Mercurii, dem indiſchen Budha-vâra und dem
ſchen Wodânes-dag (Jacob Grimm, Deutſche
logie 1844 Bd. I. S. 114) hingewieſen worden.
William Jones behauptete Identität des Re-
ſtifters Buddha und des in nordiſchen Helden-
mit in der nordiſchen Culturgeſchichte berühmten
ches von Odin oder Wuotan und Wotan wird
ſt noch mehr an Intereſſe gewinnen, wenn man
Namens Wotan, einer halb mythiſchen, halb
ſchen Perſon, in einem Theil des Neuen Conti-
ernimmt, über die ich viele Notizen in meinem
über Monumente und Mythen der Eingebornen
Amerika (Vues des Cordillères et Monumens
ples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208
2–384, T. II. p. 356) zuſammengetragen habe.
amerikaniſche Wotan iſt nach den Traditionen
Eingebornen von Chiapa und Soconusco Enkel des
d, welcher bei der großen Ueberſchwemmung ſich
m Nachen rettete und das Menſchengeſchlecht er-
; er ließ große Bauwerke aufführen, während
zwiz bei der mexicaniſchen Pyramide von Cho-
Sprachenverwirrung, Kampf und Zerſtreuung der
Stämme erfolgten. Sein Name ging auch (wie der
Name im germaniſchen Norden) in das Calen-
der Eingebornen von Chiapa über. Nach ihm
ihre der fünftägigen Perioden genannt, deren 4
hat der Chiapaneken wie der Azteken bildeten.
bei den Azteken die Namen und Zeichen der
Thieren und Pflanzen hergenommen waren,
ten die Eingeborenen von Chiapa (eigentlich
om) die Monatstage durch die Namen von 20
n, welche, aus dem Norden kommend, ſie
dlich geführt hatten. Die 4 heldenmüthigſten:
oder Wodan, Lambat, Been und Chi-
nar, eröffneten die kleinen Perioden fünftägiger Wo-
chen, wie bei den Azteken die Symbole der vier Ele-
mente. Wotan und die anderen Heerführer waren un-
ſtreitig aus dem Stamme der im ſiebenten Jahrhundert
einbrechenden Tolteken. Irtilkochitl (ſein chriſtlicher
Name war Fernando de Alva), der erſte Geſchichts-
ſchreiber ſeines (des aztekiſchen) Volkes, ſagt beſtimmt
in den Handſchriften, die er ſchon im Anfange des 16ten
Jahrhunderts anfertigte, daß die Provinz Teochiapan
und ganz Guatemala von einer Küſte zur anderen von
Tolteken bevölkert wurden; ja im Anfang der ſpaniſchen
Eroberung lebte noch im Dorfe Teopirca eine Familie,
welche ſich rühmte von Wotan abzuſtammen. Der Bi-
ſchof von Chiapa, Francisco Nuñez de la Vega, der in
Guatemala einem Provincial-Concilium vorſtand, hat
in ſeinem Preambulo de las Constituciones diocesa-
nas viel über die amerikaniſche Wotans-Sage geſam-
melt. Ob die Sage von dem erſten ſcandinaviſchen
Odin (Odinn, Othinus) oder Wuotan, welcher von den
Ufern des Don eingewandert ſein ſoll, eine hiſtoriſche
Grundlage habe, iſt ebenfalls noch ſehr unentſchieden
(Jacob Grimm, Deutſche Mythologie Bd. I. S. 120
–150). Die Identität des amerikaniſchen und ſcandi-
naviſchen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlich-
keit gegründet, iſt noch eben ſo zweifelhaft als die Iden-
tität von Wuotan (Odinn) und Buddha oder die der
Namen des indiſchen Religionsſtifters und des Plane-
ten Budha.

Die Exiſtenz einer ſiebentägigen peruaniſchen Woche,
welche ſo oft als eine ſemitiſche Aehnlichkeit der Zeit-
eintheilung in beiden Continenten angeführt wird, be-
ruht, wie ſchon der Pater Acoſta (Hist. natural y
moral de las Indias 1591 lib. VI cap. 3), der bald
nach der ſpaniſchen Eroberung Peru beſuchte, bewieſen
hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Gar-
cilaſo de la Vega berichtigt ſelbſt ſeine frühere An-
gabe (Parte I. lib. II cap. 35), indem er deutlich ſagt:
daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerech-
net wurden, 3 Feſttage waren, und daß das Volk 8 Tage
arbeiten ſolle, um am 9ten auszuruhen (P. I. lib. VI.
cap. 23). Die ſogenannten peruaniſchen Wochen waren
alſo von neun Tagen. S. meine Vues des Cordil-
lères T. I. p. 341–343.)

sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen

---

lästina gewiß schon planetarische Astrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der 7tägigen Periode vorkomme? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Testamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, sie fehlen auch in Mischna und Talmud. Man sagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des schebua, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zusatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Ideler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erster, zweiter, dritter des Sabbaths steht. Das Wort ἑβδομάς für schebua hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 6te Jahrhundert seiner Redaction nach reicht, hat beschreibende hebräische Namen für einzelne Planeten, für die glänzende Venus und den rothen Mars. Darunter ist besonders merkwürdig der Name Sabbatai (eigentlich Sabbath-Stern) für Saturn: wie unter den pharisäischen Sternnamen, welche Epiphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Hochab Sabbath gebraucht wird. Ist dies nicht von Einfluß darauf gewesen, daß der Sabbathtag zum Saturntage wurde, Saturni sacra dies des Tibull (Eleg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des Tacitus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieser Beziehungen auf Saturn als Planet und als eine traditionell historische Person." Vergl. auch Fürst, Kultur- und Literaturgeschichte der Juden in Asien, 1849 S. 40.

Die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes haben gewiß früher die Aufmerksamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf sich gezogen als astrologische Phantasien. Es ist daher wohl mit Ideler anzunehmen, daß die Woche aus der Länge synodischer Monate entstanden ist, deren vierter Theil im Mittel $7^{3}/_{8}$ Tage beträgt: daß dagegen Beziehungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer Abstände von einander) sammt den Planetenstunden und -Tagen einer ganz andern Periode fortgeschrittener und theoretisirender Cultur angehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Planeten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond,

nach dem ältesten und am meisten verbreiteten Glauben (Geminus, Elem. Astr. p. 4; Cicero, Somn. Scip. cap. 4; Firmicus II, 4) zwischen der Fixstern-Sphäre und der fest stehenden Erde, als Centralkörper, sind drei Meinungen aufgestellt worden: eine entnommen aus musikalischen Intervallen; eine andere aus der astrologischen Benennung der Planetenstunden; eine dritte aus der Vertheilung von je drei Decanen oder drei Planeten, welche die Herren (domini) dieser Decane sind, unter die 12 Zeichen des Thierkreises. Die beiden ersten Hypothesen finden sich in der merkwürdigen Stelle des Dio Cassius in welcher er erläutern will (lib. XXXVII, cap. 17), warum die Juden den Tag des Saturn (unseren Sonnabend) nach ihrem Gesetze feiern. „Wenn man," sagt er, „das musikalische Intervall, welches διὰ τεσσάρων, die Quarte, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufszeiten anwendet, und dem Saturn, dem äußersten von allen, die erste Stelle anweist; so trifft man zunächst auf den vierten (die Sonne, dann auf den siebenten (den Mond), und erhält so die Planeten in der Ordnung, wie sie als Namen der Wochentage auf einander folgen." (Den Commentar zu dieser Stelle liefert Vincent, sur les Manuscrits grecs relatifs à la Musique 1847 p. 138; vergl. auch Lobeck, Agiaophamus, in Orph. p. 941–946.) Die zweite Erklärung des Dio Cassius ist von der periodischen Reihe der Planetenstunden hergenommen. „Wenn man," setzt er hinzu, „die Stunden des Tages und der Nacht von den ersten (Tagesstunde) zu zählen beginnt; dann der Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die sechste dem Merkur, die siebente dem Monde beilegt, nach der Ordnung, welche die Aegypter den Planeten zutheilen, und immer wieder von vorn anfängt: so trifft es sich, wenn man alle 24 Stunden durchgezählt hat, daß die erste des folgenden Tages auf die Sonne, die erste des dritten auf den Mond, kurz die erste eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem der Tag benannt wird." Eben so nennt Paulus Alexandrinus, ein astronomischer Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten jedes Wochentags denjenigen Planeten, dessen Name auf die erste Tagesstunde fällt.

Diese Erklärungsweise von den Benennungen der Wochentage ist bisher sehr allgemein für die richtige angesehen worden; aber Letronne, gestützt auf den im Louvre aufbewahrten, lange vernachlässigten Thierkreis des Bianchini, auf welchen ich selbst im Jahr 1812 die Archäologen wegen der merkwürdigen Verbindung eines griechischen und kirgisisch-tartarischen Thierkreises darum aufmerksam gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Vertheilung von je drei Planeten auf die Zeichen des Thierkreises, für die entsprechendste (Letronne, Observ. crit. et archéol. sur l'objet des représentations zodiacales 1824 p. 97–99). Diese Planeten-Vertheilung unter die 36 Decane der Dodekamerie ist ganz die, welche Julius Firmicus Maternus (II, 4) als „Signorum decani eorumque domini" beschreibt. Wenn man in jedem Zeichen den Planet sondert, welcher der erste der drei ist, so erhält man in Folge der Planetentage in der Woche. (**Jungfrau:** Sonne, Venus, Merkur; **Wage:** Mond, Saturn, Jupiter; **Scorpion:** Mars, Sonne, Venus; **Schütze:** Merkur.... können hier als Beispiel dienen für die 4 ersten Wochentage: Dies Solis, Lunae, Martis, Mercurii.) Da nach Diodor die Chaldäer ursprünglich nur 5 Planeten (die sternartigen), nicht 7 zählten, so können alle hier aufgeführte Combinationen, in denen nicht als fünf Planeten periodische Reihen bilden, weil nicht eines altchaldäischen, sondern vielmehr sehr späten astrologischen Ursprungs zu sein (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten in Wochentage mit ihrer Reihung und Vertheilung unter die Decane in dem Thierkreis von Bianchini wird es vielleicht einigen Lesern willkommen sein hier noch eine ganz kurze Erläuterung zu finden. Wenn man in der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung jedem Weltkörper einen Buchstaben giebt (Saturn a, Jupiter b, Mars c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und aus diesen 7 Gliedern die periodische Reihe

a b c d e f g, a b c d . . .

bildet; so erhält man 1) durch Ueberspringung von zwei Gliedern, bei der Vertheilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten umfaßt (von welchen der erste jedesmal Zeichens im Thierkreise dem Wochentage seinen Namen giebt), die neue periodische Reihe

a d g c f b e, a d g c . . . . .

das ist Dies Saturni, Solis, Lunae, Martis u. s. f. 2) dieselbe neue Reihe

a d g c . . . .

durch die von Dio Cassius angegebene Methode der 24 Planetenstunden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage ihren Namen von den Planeten entlehnen, welcher die erste Tagesstunde beherrscht, so daß man also abwechselnd ein Glied der periodischen, 7gliedrigen Planetenreihe zu nehmen und [illegible]

Es sind in dieser chronologischen Uebersicht*) die Hauptplaneten von den Ne
n planeten oder Trabanten (Satelliten) durch gesperrte Lettern unterschieden.
Sternchen ist der Classe von Hauptplaneten beigefügt, welche eine eigene und sehr
gedehnte Gruppe, gleichsam einen Ring von 33 Millionen geographischer Meilen
Ete, zwischen Mars und Jupiter bilden, und gewöhnlich Kleine Planeten, auch
L: teleſcopiſche, Coplaneten, Aſteroiden oder Planetoiden, ge-
nt werden. Von diesen sind 4 in den ersten sieben Jahren dieses Jahrhunderts und
n den letztverflossenen sechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglich-
der Fernröhre als dem Fleiß und Geschick der Suchenden, wie besonders den verbesser-
und mit Fixsternen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuschreiben ist.
n erkennt jetzt leichter das Bewegte zwischen dem Unbewegten (s. oben S. 444). Die
l der Hauptplaneten ist genau verdoppelt, seitdem das erste Buch des Kosmos erschie-
†) ist. So überschnell ist die Folge der Entdeckungen gewesen, die Erweiterung und
vollkommnung der Topographie des Planetensystems.

. Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen. — Wenn man in dem
nengebiete die Region der Kleinen Planeten zwischen den Bahnen des Mars und des
iter, doch der ersteren im ganzen mehr genähert, als eine ſcheidende Zone räum-
r Abtheilung betrachtet, gleichsam als eine mittlere Gruppe; so bieten, wie schon
er bemerkt worden ist, die der Sonne näheren, inneren Planeten (Merkur, Venus,
e und Mars) manche Aehnlichkeiten unter sich und Contraste mit den äußeren, der
ne ferneren, jenseits der scheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn,
nus und Neptun) dar. Die mittlere dieser drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des
andes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume zwischen den zwei
ten Hauptplaneten Mars und Jupiter ist der dem Mars nähere Theil bisher am reich-
gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Asteroiden einnehmen, die äußersten,
a und Hygiea, in Betrachtung zieht, so findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal
er von Hygiea absteht als Flora von Mars. Diese mittlere Planetengruppe hat
abweichendsten Charakter: durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und
ntrischen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der
nen gegen die Ekliptik steigt bei Juno auf 13° 3′, bei Hebe auf 14° 47′, bei Egeria
16° 33′, bei Pallas gar auf 34° 37′: während sie in derselben mittleren Gruppe
Asträa bis 5° 19′, bei Parthenope bis 4° 37,′ bei Hygiea bis 3° 47′ herabsinkt. Die
ntlichen Bahnen der Kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° sind, vom
sen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope und
ea. Keine dieser Bahn-Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus,
urn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweise
die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239;
2 und 0,218; während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Vesta (0,089) weniger
trische Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter,
urn, Uranus) in der angenäherteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmesser
teleſcopischen Planeten ist fast unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont
München und Mädler im Dorpater Refractor ist es wahrscheinlich, daß der größte der

---

*) In der Geſchichte der Entdeckungen man die Epoche, in der eine Entdeckung gemacht e, von der ersten Veröffentlichung derselben unter- en. Durch Nichtachtung dieses Unterschiedes sind iedene und irrige Zahlen in astronomische Hand- übergegangen. So z. B. hat Huygens den 6ten rnstrabanten, Titan, am 25. März 1655 entdeckt genii Opera varia 1724 p. 523) und die Ent- ung erst am 5. März 1656 (Systema Saturnium p. 2) veröffentlicht. Huygens, welcher seit dem Monat März 1655 sich ununterbrochen mit dem Saturn beschäftigte, genoß schon der vollen unzweifelhaften An- sicht des offenen Ringes am 17. December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber seine wissenschaftliche Erklä- rung aller Erscheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei abstehende, kreisrunde Scheiben zu sehen geglaubt) erst im Jahr 1659.

†) Kosmos Buch I. S. 43. Vergl. auch Encke in Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

Kleinen Planeten auf's höchſte 145 geogr. Meilen im Durchmeſſer hat; das iſt ⅓ des Merkur und 1/12 der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Asteroiden (der Kleinen Planeten) und dem Centralkörper gelegen, innere Planeten; ſo zeigen ſie ſich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langſam um ihre Achſe rotirend (in faſt 24ſtündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen ſind die 4 äußeren, ſonnenferneren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Asteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegenen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal ſchneller in der Rotation um die Achſe, ſtärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die inneren Planeten ſind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars ⅔- und 1/2mal kleiner im Durchmeſſer); die äußeren Planeten ſind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 geſetzt, ſind die Dichtigkeit der Venus und des Mars bis auf weniger als 1/10 damit übereinſtimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Encke's aufgefundener Merkurs-Maſſe) iſt nur wenig größer. Dagegen überſteigt keiner der äußeren Planeten die Dichtigkeit ¼; Saturn iſt ſogar nur 1/7, faſt nur halb ſo undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die äußeren Planeten bieten dazu das einzige Phänomen des ganzen Sonnenſyſtems, das Wunder eines, ſeinen Hauptplaneten frei umſchwebenden feſten Ringes, dar; auch Atmoſphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen ſich unſerem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene Streifen darſtellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von inneren und äußeren Planeten generelle Eigenſchaften der abſoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geſchwindigkeit in der Rotation, der Mondloſigkeit ſich als abhängig von den Abſtänden, d. i. von ihren halben großen Bahn-Aren, zeigen; ſo iſt diese Abhängigkeit in jeder einzelnen dieſer Gruppen keinesweges zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich ſchon früher bemerkt, keine innere Nothwendigkeit, kein mechaniſches Naturgeſetz, das (wie das ſchöne Geſetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Aren bindet) die eben genannten Elemente für die Reihenfolge der einzelnen planetariſchen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abſtänden darſtellte. Wenn auch der der Sonne nächſte Planet, Merkur, der dichteſte, 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, iſt; ſo zeigt ſich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars, oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als ſehr unregelmäßig. Die abſoluten Größen ſehen wir, wie im allgemeinen, wie ſchon Kepler bemerkt (Harmonice Mundi V., 4 p. 194; Kosmos Buch I. S. 43), aber nicht einzeln betrachtet, mit den Abſtänden wachſen. Mars iſt kleiner als die Erde, Uranus kleiner als Saturn, Saturn kleiner als Jupiter; und dieſe folgt unmittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Kleinheit faſt unſichtbar ſind. Die Rotationszeit nimmt im allgemeinen freilich mit der Sonnenferne zu, aber ſie iſt bei Mars wieder langſamer als bei der Erde, bei Saturn langſamer als bei Jupiter.

Die Welt der Geſtaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältniſſe nur geſchildert werden als etwas Thatſächliches, als etwas Daſeiendes (Gegebenes) in der Natur; nicht als Gegenſtand intellectueller Schlußfolge, ſchon erkannter urſachlicher Verkettung. Kein allgemeines Geſetz iſt hier für die Himmelsräume aufgefunden, ſo wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Geſtaltung der einzelnen Umriſſe der Continente. Es ſind Thatſachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebener Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte. Wir treten hier mit geſpannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des Werdens. Es handelt ſich hier,

ntlichsten Sinne des so oft gemißbrauchten Wortes, um **Weltbegebenheiten**, kosmische Vorgänge in für uns unermeßbaren Zeiträumen. Haben sich die Planeten kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet: so muß die Materie, als sie sich nach Vorherrschen einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabsehbare Reihe Zuständen durchlaufen sein, um bald einfache, bald verschlungene Bahnen; Planeten so verschiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondlose und mondreiche, ja in einen en Ring verschmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und genaue numerische Bestimmung ihrer Verhältnisse hat uns bisher nicht zur Kenntniß durchlaufenen Zustände führen können, nicht zu klarer Einsicht in die Bedingungen, ter denen sie entstanden sind. Diese Bedingungen dürfen aber darum nicht **zufällig** ßen: wie dem Menschen alles heißt, was er noch nicht genetisch zu erklären vermag.

3. **Absolute und scheinbare Größe; Gestaltung.** — Der Durchmesser größten aller Planeten, Jupiters, ist 30mal so groß als der Durchmesser des kleinsten sicher bestimmten Planeten, Merkurs; fast 11mal so groß als der Durchmesser der e. Beinahe in demselben Verhältniß steht Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser bei- sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abstand der teorsteine, die man geneigt ist für kleine planetarische Körper zu halten, zur Vesta, he nach einer Messung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen iger hat wie Pallas nach Lamont, sei nicht bedeutender, als der Größen-Abstand der la zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse müßte es Meteorsteine von 517 Fußen im rchmesser geben. Feuerkugeln haben, so lange sie scheibenartig erscheinen, allerdings bis 0 Fuß Durchmesser.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am allendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der **inneren** Gruppe t. 23ʰ 56′, Abpl. $^1/_{299}$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9ʰ 55,′ Abpl. nach go $^1/_{17}$, nach John Herschel $^1/_{15}$) und Saturn (Rot. 10ʰ 29′, Abpl. $^1/_{10}$). Aber Mars, n Rotation sogar noch 41 Minuten **langsamer** ist als die Rotation der Erde, hat, n man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch er sehr wahrscheinlich eine viel **größere** Abplattung. Liegt der Grund dieser Ano- le, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Ge- indigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtig- n auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations- chwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Ab- tung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen heinungen des Zurückweichens der Aquinoctial-Punkte oder des scheinbaren Vorrückens Gestirne (**Präcession**), die der **Nutation** (Schwankung der Erdachse) und der änderung der **Schiefe der Ekliptik** ab.

Die absolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde bestimmen ihren nbaren Durchmesser. Der **absoluten** (wahren) **Größe** nach haben wir die Planeten, den kleineren zu den größeren übergehend, also zu reihen:

e in ihren Bahnen verschlungenen, Kleinen Planeten, deren größte Pallas und Vesta sein scheinen;

Merkur,	Erde,	Uranus,
Mars,	*	Saturn,
Venus,	Neptun,	Jupiter.

ber mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial- chmesser von 38″,4, wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Ve- ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9; bei Mars 5″,8 ist. In der unteren unction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus bis 62″, wenn

der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es ist hi
nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem sie und i
hellsten Lichte erscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte Digression vo
der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen der größten Nähe zu der Erde da
intensiveste Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwe
senheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne en
fernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite de
beleuchteten Phase kaum 10″.

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur	in mittlerer	Entfernung	6″,7	(oscillirt von	4″,4	bis	12″)
Venus	„ „	„	16″,9	(oscillirt von	9″,5	bis	62″)
Mars	„ „	„	5″,8	(oscillirt von	3″,3	bis	23″)
Jupiter	„ „	„	38″,4	(oscillirt von	30″	bis	46″)
Saturn	„ „	„	17″,1	(oscillirt von	15″	bis	20″)
Uranus	„ „	„	3″,9				
Neptun	„ „	„	2″,7				

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur	wie	1 : 16,7	Jupiter	wie	1414 : 1
Venus	„	1 : 1,05	Saturn	„	735 : 1
Erde	„	1 : 1	Uranus	„	82 : 1
Mars	„	1 : 7,14	Neptun	„	108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen
der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina im Verhältniß
des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden
Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch
Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in gewissen Lagen nicht ganz
fremd ist; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verschiedenartigen Oberflächen das
Sonnenlicht reflectiren. Ob eine schwache Lichtentwickelung in den Planeten selbst die In
tensität und Beschaffenheit ihres Lichtes modificire, ist ein noch zu lösendes Problem.

Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne. — Um das bi
her entdeckte Planetensystem als ein Ganzes zu umfassen und in seinen mittleren Ab
ständen von dem Centralkörper, der Sonne, darzustellen, liefern wir die nachfolgende Ta
belle, in welcher, wie es immer in der Astronomie gebräuchlich gewesen, die mittlere Ent
fernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr. Meilen) zur Einheit angenommen ist.
Wir fügen später bei den einzelnen Planeten die größten und kleinsten Entfernungen von
der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipse, deren
Brennpunkt die Sonne einnimmt, sich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Absidenlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernsten oder am nächsten ist. Unter der
mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede ist, wird das
Mittel aus der größten und kleinsten Entfernung, oder die halbe große Axe der Pla
netenbahn, verstanden. Auch ist zu bemerken, daß die numerischen Data hier wie bisher
und so auch im Folgenden, größtentheils aus Hansen's sorgfältiger Zusammenstellung der
Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen sind. Wo die Data
sich auf Zeit beziehen, gelten sie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr
1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner astronomischen
Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zusammenstellung der kleinen Pla
neten, deren Mittheilung ich der Freundschaft des Dr. Galle verdanke, bezieht sich dann
gängig auf neuere Epochen.

eigentlichsten Sinne des so oft gemißbrauchten Wortes, um **Weltbegebenheiten**, kam kosmische Vorgänge in für uns unermeßbaren Zeiträumen. Haben sich die Planeten aus kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet: so muß die Materie, als sie sich nach dem Vorherrschen einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabsehbare Reihe von Zuständen durchlaufen sein, um bald einfache, bald verschlungene Bahnen; Planeten von so verschiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondlose und mondreiche, ja in einen festen Ring verschmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numerische Bestimmung ihrer Verhältnisse hat uns bisher nicht zur Kenntniß der durchlaufenen Zustände führen können, nicht zu klarer Einsicht in die Bedingungen, unter denen sie entstanden sind. Diese Bedingungen dürfen aber darum nicht **zufällig** heißen: wie dem Menschen alles heißt, was er noch nicht genetisch zu erklären vermag.

3. **Absolute und scheinbare Größe; Gestaltung.** — Der Durchmesser des größten aller Planeten, Jupiters, ist 30mal so groß als der Durchmesser des kleinsten der sicher bestimmten Planeten, Merkurs; fast 11mal so groß als der Durchmesser der Erde. Beinahe in demselben Verhältniß steht Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser beider sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abstand der Meteorsteine, die man geneigt ist für kleine planetarische Körper zu halten, zur Vesta, welche nach einer Messung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen weniger hat wie Pallas nach Lamont, sei nicht bedeutender, als der Größen-Abstand der Vesta zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse müßte es Meteorsteine von 517 Fußen im Durchmesser geben. Feuerkugeln haben, so lange sie scheibenartig erscheinen, allerdings bis 2600 Fuß Durchmesser.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der **inneren** Gruppe (Rot. 23^h 56′, Abpl. $1/_{299}$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9^h 55,′ Abpl. nach Arago $1/_{17}$, nach John Herschel $1/_{15}$) und Saturn (Rot. 10^h 29′, Abpl. $1/_{10}$). Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten **langsamer** ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel **größere** Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Abplattung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen Erscheinungen des Zurückweichens der Aquinoctial-Punkte oder des scheinbaren Vorrückens der Gestirne (**Präcession**), die der **Nutation** (Schwankung der Erdachse) und der Veränderung der **Schiefe der Ekliptik** ab.

Die absolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde bestimmen ihren scheinbaren Durchmesser. Der **absoluten** (wahren) **Größe** nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, also zu reihen:

die in ihren Bahnen verschlungenen, Kleinen Planeten, deren größte Pallas und Vesta zu sein scheinen;

Merkur,	Erde,	Uranus,
Mars,	*	Saturn,
Venus,	Neptun,	Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial-Durchmesser von 38″,4, wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9; bei Mars 5″,8 ist. In der unteren Conjunction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus bis 62″, wenn

der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es ist hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem sie uns im hellsten Lichte erscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte Digression von der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intensiveste Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″.

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur	in mittlerer	Entfernung	6″,7	(oscillirt	von 4″,4	bis 12″)
Venus	„	„	„	16″,9	(oscillirt	von 9″,5	bis 62″)
Mars	„	„	„	5″,8	(oscillirt	von 3″,3	bis 23″)
Jupiter	„	„	„	38″,4	(oscillirt	von 30″	bis 46″)
Saturn	„	„	„	17″,1	(oscillirt	von 15″	bis 20″)
Uranus	„	„	„	3″,9			
Neptun	„	„	„	2″,7			

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur	wie	1 : 16,7	Jupiter	wie	1414 : 1
Venus	„	1 : 1,05	Saturn	„	735 : 1
Erde	„	1 : 1	Uranus	„	82 : 1
Mars	„	1 : 7,14	Neptun	„	108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina im Verhältniß des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in gewissen Lagen nicht ganz fremd ist; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verschiedenartigen Oberflächen das Sonnenlicht reflectiren. Ob eine schwache Lichtentwickelung in den Planeten selbst die Intensität und Beschaffenheit ihres Lichtes modificire, ist ein noch zu lösendes Problem.

Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne. — Um das bisher entdeckte Planetensystem als ein Ganzes zu umfassen und in seinen mittleren Abständen von dem Centralkörper, der Sonne, darzustellen, liefern wir die nachfolgende Tabelle, in welcher, wie es immer in der Astronomie gebräuchlich gewesen, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr. Meilen) zur Einheit angenommen ist. Wir fügen später bei den einzelnen Planeten die größten und kleinsten Entfernungen von der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipse, deren Brennpunkt die Sonne einnimmt, sich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Absidenlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernsten oder am nächsten ist. Unter der mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede ist, wird das Mittel aus der größten und kleinsten Entfernung, oder die halbe große Axe der Planetenbahn, verstanden. Auch ist zu bemerken, daß die numerischen Data hier wie bisher, und so auch im Folgenden, größtentheils aus Hansen's sorgfältiger Zusammenstellung der Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen sind. Wo die Data sich auf Zeit beziehen, gelten sie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner astronomischen Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zusammenstellung der kleinen Planeten, deren Mittheilung ich der Freundschaft des Dr. Galle verdanke, bezieht sich durchgängig auf neuere Epochen.

ich bin kühner geworden," ſagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, nd ſetze zwiſchen Jupiter und Mars einen neuen Planeten, wie auch (eine Behauptung, weniger glücklich war und lange unbeachtet*) blieb) einen anderen Planeten zwiſchen enus und Merkur; man hat wahrſcheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit gen nicht geſehen†)." Später fand Kepler, daß er dieſer neuen Planeten für ſein onnenſyſtem nach den Eigenſchaften der regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme r darauf an, den Abſtänden der alten Planeten eine kleine Gewalt anzuthun. Non reperies novos et incognitos Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mihi batur audacia; sed illos vetores *parum admodum luxatos.*" Myst. cosmogr. p. 10.) e geiſtigen Richtungen Kepler's waren den Pythagoriſchen und noch mehr den in Timäus ogeſprochenen Platoniſchen ſo analog, daß, ſo wie Plato (Gratyl. p. 409) in den ſieben anetenſphären neben der Verſchiedenheit der Töne auch die der Farben fand, Kepler nfalls (Astron. opt. cap. 6 pag. 261) eigene Verſuche anſtellte, um an einer verſchieden euchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in ſeinen rmunftſchlüſſen immer ſo ſtrenge Newton ebenfalls noch geneigt, wie ſchon Prevoſt (Mém. l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93) bemerkt, die Dimenſion der 7 Farben des pectrums auf die diatoniſche Scale zu reduciren ‡).

Die Hypotheſe von noch unbekannten Gliedern der Planetenreihe des Sonnenſyſtems innert an die Meinung des helleniſchen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planeten be; dies ſei ja nur die Zahl der beobachteten, viele andere aber blieben ungeſehen wegen r Schwäche ihres Lichtes und ihrer Stellung. Ein ſolcher Ausſpruch ward beſonders dem rtemidor aus Epheſus zugeſchrieben ||). Ein anderer althelleniſcher, vielleicht ſelbſt ägyp- ſcher Glaube ſcheint der geweſen zu ſein: „daß die Himmelskörper, welche wir jetzt ſehen, icht alle von je her zugleich ſichtbar waren." Mit einem ſolchen phyſiſchen oder vielmehr iſtoriſchen Mythus hängt die ſonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zuſammen, as einige Volksſtämme ſich ſelbſt beilegten. So nannten ſich Proſelenen die vorhelleni- chen pelasgiſchen Bewohner Arkadiens: weil ſie ſich rühmten früher in ihr Land gekommen u ſein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhelleniſch und vormondlich waren ynonym. Das Erſcheinen eines Geſtirns wurde als eine Himmelsbegebenheit ge-

*) Erſt im Jahr 1821 hat Delambre in der Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314, in ſeinen aſtronomiſch, aber nicht aſtrologiſch vollſtändigen Auszügen aus Kepler's ſämmtlichen Werken p. 314–615, auf den Planeten aufmerkſam gemacht, den Kepler zwiſchen Merkur und Venus vermuthete. „On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter."

†) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwiſchen Mars und Jupiter findet ſich in Kepler's Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum, de admirabili proportione orbium coelestium, 1596 p. 8: cum igitur hac non succederet, alia via, rerum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novum Planetam, itemque motum inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportiones inter binos versus Solem ordine minuentur, versus fixas augescerent: ut propior est terra Veneri quantitate orbis terrestris, quam Mars terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unius planetae interpositio sufficiebat intacti hiatu, Jovem inter et Martem: manebat enim major Jovis ad illum novum proportio, quam est Saturni ad Jovem. Rursus alio modo exploravi... Kepler war 25 Jahr alt, da er dies ſchrieb. Man ſieht, wie ſein beweglicher Geiſt Hypotheſen aufſtellte, und ſchnell wieder verließ, um ſie mit anderen zu vertauſchen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, ſelbſt da Zahlengeſetze zu entdecken, wo unter den mannigfaltigſten Störungen der Attractionskräfte (Störungen, deren Combination, wie ſo viel in der Natur Geſchehenes und Geſtaltetes, wegen Unbekanntſchaft mit den begleitenden Bedingungen incalculabel iſt) die Materie ſich in Planetenkugeln geballt hat, kreiſend: bald einzeln, in einfachen, unter einander faſt parallelen; bald gruppenweiſe, in wunderbar verſchlungenen Bahnen.

‡) Newtoni Opuscula mathematica, philosophica et philologica 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: chordam musice divisam potius adhibui, non tantum quod cum phaenomenis (lucis) optime convenit, sed quod fortasse, aliquid circa colorum harmonias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum concordantiis fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quae est inter extimam Purpuram (Violarum colorem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae terminos (qui pro unisonis quodammodo haberi possunt) reperitur .... Vergl. auch Prevoſt in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93.

||) Seneca, Nat. Quaest. VII, 13: non has tantum stellas quinque discurrere, sed solas observatas esse: ceterum innumerabiles ferri per occultum,

ſchildert, wie die Deucalioniſche Fluth eine Erdbegebenheit war. Apulejus (Apologia Vol. II. p. 494 ed. Oudendorp; Kosmos Buch II. S. 288 Anm. ||) dehnte die Fluth bis auf die gätuliſchen Gebirge des nördlichen Afrika's aus. Bei Appollonius Rhodius, der nach alexandriniſcher Sitte gern alten Muſtern nachahmte, heißt es von der frühen Anſiedelung der Aegypter im Nilthale: „noch kreiſten nicht am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht erſchienen, nicht das Deucalioniſche Geſchlecht*).“ Dieſe wichtige Stelle erläutert das Lob des pelasgiſchen Arkadien.

Ich ſchließe dieſe Betrachtungen über die Abſtände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Geſetz, welches eben nicht dieſen Namen verdient, und das Lalande und Delambre ein Zahlenſpiel, Andere ein mnemoniſches Hülfsmittel nennen. Es hat daſſelbe

*) Da mich die Erklärungen, welche von dem Urſprunge der im Alterthum ſo weit verbreiteten aſtronomiſchen Mythe der Proſelenen Heyne (De Arcadibus luna antiquioribus, in Opusc. acad. Vol. II. p. 332) gegeben hat, nicht befriedigen konnten; ſo war es mir eine große Freude, von meinem ſcharfſinnigen philologiſchen Freunde, Profeſſor Johannes Franz, durch einfache Ideen-Combination, eine neue und ſehr glückliche Löſung des vielbehandelten Problems zu erhalten. Es hängt dieſe Löſung weder mit den Calender-Einrichtungen der Arkader, noch mit ihrem Mond-Cultus zuſammen. Ich beſchränke mich hier auf den Auszug einer unedirten, mehr umfaſſenden Arbeit. In einem Werke, in welchem ich mir zum Geſetz gemacht habe, recht oft die Geſammtheit unſres jetzigen Wiſſens an das Wiſſen des Alterthums, ja an wirkliche oder wenigſtens von Vielen geglaubte Traditionen anzuknüpfen, wird dieſe Erläuterung einem Theil meiner Leſer nicht unwillkommen ſein.

„Wir beginnen mit einigen Hauptſtellen, die bei den Alten von den Proſelenen handeln. Stephanus von Byzanz (v. Ἀρκάς) nennt den Logographen Hippys aus Rhegium, einen Zeitgenoſſen von Darius und Xerxes, als den erſten, der die Arkader προσελήνους genannt habe. Die Scholiaſten ad Apollon. Rhod. IV, 264 und ad Aristoph. Nub. 397 ſagen übereinſtimmend: Das hohe Alterthum der Arkader erhellet am meiſten daraus, daß ſie προσέληνοι hießen. Sie ſcheinen vor dem Monde da geweſen zu ſein, wie denn auch Eudorus und Theodorus ſagen; Letzterer fügt hinzu, es ſei kurz vor dem Kampfe des Hercules der Mond erſchienen. In der Staatsverfaſſung der Tegeaten meldet Ariſtoteles: die Barbaren, welche Arkadien bewohnten, ſeien von den ſpäteren Arkadern vertrieben worden, ehe der Mond erſchien, darum ſie auch προσέληνοι genannt worden. Andere ſagen, Endymion habe die Umläufe des Mondes entdeckt; da er aber ein Arkader war, ſeien die Arkader nach ihm προσέληνοι genannt worden. Tadelnd ſpricht ſich Lucian (astrolog. 26) aus. Nach ihm ſagen aus Unverſtand und aus Thorheit die Arkader, ſie ſeien früher da geweſen als der Mond. In Schol. ad Aeschyl. Prom. 436 wird bemerkt: προσελοῦμενον heiße ὑβριζόμενον; woher denn auch die Arkader προσέληνοι genannt werden, weil ſie übermüthig ſind. Die Stellen des Ovidius über das vormondliche Daſein der Arkader ſind allgemein bekannt. — In neueſter Zeit iſt ſogar der Gedanke aufgetaucht: das ganze Alterthum habe ſich von der Form προσέληνοι täuſchen laſſen; das Wort (eigentlich προάλληνοι) bedeute bloß vorhellenisch, da allerdings Arkadien ein pelasgiſches Land ſei.“

„Wenn nun nachgewieſen werden kann,“ fährt Profeſſor Franz fort, „daß ein anderes Volk ſeine Abſtammung mit einem andern Geſtirn in Verbindung brachte, ſo wird man der Mühe überhoben, zu täuſchenden Etymologien ſeine Zuflucht zu nehmen. Dieſe Art des Nachweiſes iſt aber in beſter Form vorhanden. Der gelehrte Rhetor Menander (um das Jahr 270 nach Chr.) ſagt wörtlich in ſeiner Schrift de encomiis (sect. II cap. 3 ed. Heeren), wie folgt: Als drittes Moment für das Loben des Gegenſtandes gilt die Zeit: dies iſt bei allem Aelteſten der Fall: wenn wir ausſagen von einer Stadt oder von einem Lande, ſie ſeien angebaut worden vor dem und dem Geſtirn, oder mit den Geſtirnen, vor der Ueberſchwemmung oder nach der Ueberſchwemmung; wie die Athener behaupten, ſie ſeien mit der Sonne entſtanden, die Arkader vor dem Monde, die Delpher gleich nach der Ueberſchwemmung: denn dies ſind Abſätze und gleichſam Anfangspunkte in der Zeit.

„Alſo Delphi, deſſen Zuſammenhang mit der Deucalioniſchen Fluth auch ſonſt bezeugt iſt (Pausan. X, 6), wird von Arkadien, Arkadien wird von Athen übertroffen. Ganz übereinſtimmend hiermit drückt ſich der ältere Muſter nachahmende Apollonius Rhodius IV, 261 aus, wo er ſagt, Aegypten ſei vor allen anderen Ländern bewohnt geweſen: „noch nicht kreiſten am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht da, nicht das deucalioniſche Geſchlecht; vorhanden waren nur die Arkader: die, von denen es heißt, daß ſie vor dem Monde lebten, Eicheln eſſend auf den Bergen. Eben ſo ſagt Nonnus XLI von dem ſyriſchen Berge, er ſei vor der Sonne bewohnt geweſen.

„Eine ſolche Gewohnheit, aus Momenten der Welt-Conſtruction Zeitbeſtimmungen zu entnehmen, iſt ein Kind der Anſchauungs-Periode, in welcher alle Gebilde noch mehr Lebendigkeit haben, und gehört zunächſt der genealogiſchen Local-Poeſie an. So iſt es ſelbſt nicht unwahrſcheinlich, daß die durch einen arkadiſchen Dichter beſungene Sage von dem Gigantenkampf in Arkadien, auf welche ſich die oben angeführten Worte des alten Theodorus beziehen (den einige für einen Samothrazier halten und deſſen Werk ſehr umfangreich geweſen ſein muß), Veranlaſſung zur Verbreitung des Epithetons προσέληνοι für die Arkader gegeben habe.“ Ueber den Doppelnamen: „Arkades Pelasgoi“ und den Gegenſatz einer älteren und jüngeren Bevölkerung Arkadiens vergl. die vortreffliche Schrift: „der Peloponneſos“ von Ernſt Curtius 1851 S. 160 und 180. Auch im Neuen Continent finden wir, wie ich an einem anderen Orte gezeigt (ſ. meine Kleinen Schriften Bd. I. S. 115), auf der Hochebene von Bogota den Völkerſtamm der Muyscas oder Mozcas, welcher in ſeinen hiſtoriſchen Mythen ſich eines proſeleniſchen Alters rühmte. Die Entſtehung des Mondes hängt mit der Sage von einer großen Fluth zuſammen, welche ein Weib, das den Wundermann Botſchika begleitete, durch ihre Zauberkünſte veranlaßt hatte. Botſchika verjagt das Weib (Huythaca oder Schia genannt). Sie ſtürzt die Erde und wurde der Mond, „welcher bis dahin der Muyscas noch nie geleuchtet hatte.“ Botſchika, des Menſchengeſchlechts ſich erbarmend, öffnete mit ſtarker Hand eine ſteile Felswand bei Canoas, wo der Rio de Funzha ſich jetzt im berufenen Waſſerfall des Tequendama herabſtürzt. Das mit Waſſer gefüllte Thalbecken wurde dadurch trocken gelegt — ein geognoſtiſcher Roman, der ſich oft wiederholt: z. B. im geſchloſſenen Thalbecken von Kaſchmir, wo der mächtige Entwäſſerer Kaſyapa heißt.

unſeren verdienſtvollen Bode viel beſchäftigt, beſonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keineswegs durch jenes ſogenannte Geſetz, ſondern eher durch einen Druckfehler in Wollaſton's Sternverzeichniß veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Vorausſagung betrachten; ſo muß man nicht vergeſſen, daß letztere, wie wir ſchon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, alſo mehr denn $1\frac{1}{2}$ Jahrhunderte über Titius und Bode hinaus. Obgleich der Berliner Aſtronom in der 2ten Auflage ſeiner populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels" bereits ſehr beſtimmt erklärt hatte, „daß er das Geſetz der Abſtände einer in Wittenberg durch Prof. Titius veranſtalteten Ueberſetzung von Bonnet's Contemplation de la Nature entlehne;" ſo hat daſſelbe doch meiſt ſeinen Namen und ſelten den von Titius geführt. In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das Weltgebäude hinzufügte *), heißt es: „Wenn man die Abſtände der Planeten unterſucht, ſo findet man, daß faſt alle in der Proportion von einander entfernt ſind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Diſtanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile; ſo iſt Merkur 4 ſolcher Theile von der Sonne entfernt, Venus $4 + 3 = 7$ derſelben, die Erde $4 + 6 = 10$, Mars $4 + 12 = 16$. Aber von Mars bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieſer ſo genauen (!) Progreſſion vor. Vom Mars folgt ein Raum von $4 + 24 = 28$ ſolcher Theile, darin weder ein Hauptplanet noch ein Nebenplanet zur Zeit geſehen wird. Und der Bauherr ſollte dieſen Raum leer gelaſſen haben? Es iſt nicht zu zweifeln, daß dieſer Raum den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre, oder daß vielleicht auch Jupiter noch Trabanten um ſich habe, die bisher durch kein Fernrohr geſehen ſind. Von dem uns (in ſeiner Erfüllung) unbekannten Raum erhebt ſich Jupiters Wirkungskreis in $4 + 48 = 52$. Dann folgt Saturn in $4 + 96 = 100$ Theilen — ein bewundernswürdiges Verhältniß." — Titius war alſo geneigt den Raum zwiſchen Mars und Jupiter nicht mit einem, ſondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall iſt, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieſelben eher Neben- als Hauptplaneten wären.

Wie der Ueberſetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, iſt nirgends ausgeſprochen. Er wählte ſie vielleicht nur, um für den damals entfernteſten Planeten Saturn, deſſen Entfernung 9,5: alſo nahe $= 10{,}0$ iſt, genau 100 zu haben, in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. ſ. f. Daß er die Reihenfolge bei den näheren Planeten beginnend aufgeſtellt habe, iſt minder wahrſcheinlich. Eine hinreichende Uebereinſtimmung des nicht von der Sonne, ſondern vom Merkur anhebenden Geſetzes der Verdoppelung mit den wahren Planeten-Abſtänden konnte ſchon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für dieſen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern ſich allerdings der Verdoppelung ſehr die Abſtände zwiſchen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat ſich ſeit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe ſteht, das Mangelhafte der Progreſſion in einer augenfälligen Weiſe zu erkennen gegeben †)

---

*) Karl Bonnet, Betrachtung über die Natur, überſetzt von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erſte Auflage war von 1766). In Bonnet's Urſchrift iſt ein ſolches Geſetz der Abſtände gar nicht berührt. (Vergl. auch Bode, Anleit. zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462.)

†) Da, nach Titius, den Abſtand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußerſten Planeten, = 100 geſetzt, die einzelnen Abſtände ſein ſollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
4	7	10	16	28	52
100	100	100	800	100	100

nach der ſogenannten Progreſſion: $4,\ 4+3,\ 4+6,\ 4+12,\ 4+24,\ 4+48$; ſo ergeben ſich, wenn man die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographiſche Meilen anſchlägt, in demſelben Meilenmaaße von der Sonne:

	Abſtände nach Titius in geogr. Meilen:	Wirkliche Abſtände in geogr. Meilen:
Merkur .	7,9 Millionen	8,0 Millionen
Venus .	13,8 „	15,0 „
Erde . .	19,7 „	20,7 „
Mars . .	31,5 „	31,5 „
Kl. Plan.	55,2 „	55,2 „
Jupiter.	102,6 „	107,5 „
Saturn .	197,3 „	197,3 „
Uranus .	386,7 „	396,7 „
Neptun .	765,5 „	621,2 „

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabstand zu 1000 *). Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte Gesetz der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene," sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal bemerkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist einleuchtend, daß die Reihe

$$4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48, 4+96, 4+192,$$

womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor $4+3$ hergeht, muß ja nicht 4, d. i. $4+0$, sondern $4+1\frac{1}{2}$ sein. Also zwischen 4 und $4+3$ sollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für $n = 1$ kommt aus $4+2^{n-2}.3$ nicht 4, sondern $5\frac{1}{2}$. Es ist übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männer aller Zeiten haben solchen lusus ingenii nachgehangen."

5. Massen der Planeten.—Sie sind durch Satelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Folge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Encke, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4865751}$	Jupiter mit seinen Trabanten	$\frac{1}{1047,879}$
Venus	$\frac{1}{401839}$	Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Erde	$\frac{1}{359551}$	Uranus	$\frac{1}{2035}$
(Erde und Mond zusammen . .	$\frac{1}{355499}$)	Neptun	$\frac{1}{19418}$
Mars	$\frac{1}{2680337}$		

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9342}$, ist die Masse, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter.

---

*) Wurm in Bode's astron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwischen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnensystems 1802 S. 45. Mit der numerischen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387	Theile.		
Venus	387	+ 293	=	680
Erde	387	+ 2. 293	=	973
Mars	387	+ 4. 293	=	1559
Kl. Plan.	387	+ 8. 293	=	2731
Jupiter	387	+ 16. 293	=	5075
Saturn	387	+ 32. 293	=	9763
Uranus	387	+ 64. 293	=	19139
Neptun	387	+ 128. 293	=	37891

Damit man den Grad der Genauigkeit dieser Resultate *prüfen könne*, folgen in der nächsten Tafel noch einmal die wirklichen mittleren Abstände der Planeten, wie man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler nach den Tychonischen Beobachtungen vor dritthalb-hundert Jahren für die wahren hielt. Ich entlehne letztere der Schrift Newton's De Mundi Systemate (Opuscula math., philos. et philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten.	Wirkliche Abstände.	Resultate von Kepler.
Merkur . .	0,38709	0,38806
Venus . .	0,72333	0,72400
Erde . . .	1,00000	1,00000
Mars . . .	1,52369	1,52350
Juno . . .	2,66870	. . . . .
Jupiter . .	5,20277	5,19650
Saturn . .	9,53885	9,51960
Uranus . .	19,18239	. . . . .
Neptun . .	30,03628	. . . . .

unseren verdienstvollen Bode viel beschäftigt, besonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keineswegs durch jenes sogenannte Gesetz, sondern eher durch einen Druckfehler in Wollaston's Sternverzeichniß veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Voraussagung betrachten; so muß man nicht vergessen, daß letztere, wie wir schon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, also mehr denn $1\frac{1}{2}$ Jahrhunderte über Titius und Bode hinaus. Obgleich der Berliner Astronom in der 2ten Auflage seiner populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels" bereits sehr bestimmt erklärt hatte, „daß er das Gesetz der Abstände einer in Wittenberg durch Prof. Titius veranstalteten Uebersetzung von Bonnet's Contemplation de la Nature entlehne;" so hat dasselbe doch meist seinen Namen und selten den von Titius geführt. In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das Weltgebäude hinzufügte *), heißt es: „Wenn man die Abstände der Planeten untersucht, so findet man, daß fast alle in der Proportion von einander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile; so ist Merkur 4 solcher Theile von der Sonne entfernt, Venus $4 + 3 = 7$ derselben, die Erde $4 + 6 = 10$, Mars $4 + 12 = 16$. Aber von Mars bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieser so genauen (!) Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von $4 + 24 = 28$ solcher Theile, darin weder ein Hauptplanet noch ein Nebenplanet zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum leer gelassen haben? Es ist nicht zu zweifeln, daß dieser Raum den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre, oder daß vielleicht auch Jupiter noch Trabanten um sich habe, die bisher durch kein Fernrohr gesehen sind. Von dem uns (in seiner Erfüllung) unbekannten Raum erhebt sich Jupiters Wirkungskreis in $4 + 48 = 52$. Dann folgt Saturn in $4 + 96 = 100$ Theilen — ein bewundernswürdiges Verhältniß." — Titius war also geneigt den Raum zwischen Mars und Jupiter nicht mit einem, sondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall ist, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieselben eher Neben- als Hauptplaneten wären.

Wie der Uebersetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, ist nirgends ausgesprochen. Er wählte sie vielleicht nur, um für den damals entferntesten Planeten Saturn, dessen Entfernung 9,5: also nahe $= 10{,}0$ ist, genau 100 zu haben, in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. s. f. Daß er die Reihenfolge bei den näheren Planeten beginnend aufgestellt habe, ist minder wahrscheinlich. Eine hinreichende Uebereinstimmung des nicht von der Sonne, sondern vom Merkur anhebenden Gesetzes der Verdoppelung mit den wahren Planeten-Abständen konnte schon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für diesen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern sich allerdings der Verdoppelung sehr die Abstände zwischen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat sich seit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe steht, das Mangelhafte der Progression in einer augenfälligen Weise zu erkennen gegeben †)

---

*) Karl Bonnet, Betrachtung über die Natur, übersetzt von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erste Auflage war von 1766). In Bonnet's Urschrift ist ein solches Gesetz der Abstände gar nicht berührt. (Vergl. auch Bode, Anleit. zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462.)

†) Da, nach Titius, den Abstand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußersten Planeten, $= 100$ gesetzt, die einzelnen Abstände sein sollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
4	7	10	16	28	52
100	100	100	800	100	100

nach der sogenannten Progression: 4, $4+3$, $4+6$, $4+12$, $4+24$, $4+48$; so ergeben sich, wenn man die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographische Meilen anschlägt, in demselben Meilenmaaße von der Sonne:

	Abstände nach Titius in geogr. Meilen:		Wirkliche Abstände in geogr. Meilen:	
Merkur . .	7,9	Millionen	8,0	Millionen
Venus . .	13,8	„	15,0	„
Erde . . .	19,7	„	20,7	„
Mars . . .	31,5	„	31,5	„
Kl. Plan. .	55,2	„	55,2	„
Jupiter. .	102,6	„	107,5	„
Saturn . .	197,3	„	197,3	„
Uranus . .	386,7	„	396,7	„
Neptun . .	765,5	„	621,2	„

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabstand zu 1000 *). Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte Gesetz der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene," sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal bemerkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist einleuchtend, daß die Reihe

$$4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48, 4+96, 4+192,$$

womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor $4+3$ hergeht, muß ja nicht 4, d. i. $4+0$, sondern $4+1\frac{1}{2}$ sein. Also zwischen 4 und $4+3$ sollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für $n = 1$ kommt aus $4+2^{n-\frac{1}{2}}.3$ nicht 4, sondern $5\frac{1}{2}$. Es ist übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männer aller Zeiten haben solchen lusus ingenii nachgehangen."

5. Massen der Planeten.—Sie sind durch Satelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Folge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Encke, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4865751}$	Jupiter mit seinen Trabanten	$\frac{1}{1047,879}$
Venus	$\frac{1}{401839}$	Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Erde	$\frac{1}{359551}$	Uranus	$\frac{1}{24985}$
(Erde und Mond zusammen . .	$\frac{1}{355490}$)	Neptun	$\frac{1}{14446}$
Mars	$\frac{1}{2680337}$		

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9322}$ ist die Masse, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter;

*) Wurm in Bode's astron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwischen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnensystems 1802 S. 45. Mit der numerischen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387	Theile.		
Venus	387	+ 293	=	680
Erde	387	+ 2.293	=	973
Mars	387	+ 4.293	=	1559
Kl. Plan.	387	+ 8.293	=	2731
Jupiter	387	+ 16.293	=	5075
Saturn	387	+ 32.293	=	9763
Uranus	387	+ 64.293	=	19139
Neptun	387	+ 128.293	=	37891

Damit man den Grad der Genauigkeit dieser Resultate prüfen könne, folgen in der nächsten Tafel noch einmal die wirklichen mittleren Abstände der Planeten, wie man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler nach den Tychonischen Beobachtungen vor drittehalb-hundert Jahren für die wahren hielt. Sie entlehne letztere der Schrift Newton's De Mundi Systemate (Opuscula math., philos. et philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten.	Wirkliche Abstände.	Resultate von Kepler.
Merkur . .	0,38709	0,38806
Venus . .	0,72333	0,72400
Erde . . .	1,00000	1,00000
Mars . . .	1,52369	1,52350
Juno . . .	2,66870	.....
Jupiter . .	5,20277	5,19654
Saturn . .	9,53885	9,51066
Uranus . .	19,18239	.....
Neptun . .	30,03628	.....

urchschnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jah-
, die Sonnenhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages abhan-
ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die astronomischen Kli-
. h. für die Temperatur der Erde, in so fern dieselbe Funktion der erreichten Mit-
n der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer
Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdbahn senkrecht
ürde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter den Polen, die Sonne im Zenith,
ere oder kürzere Zeit nicht aufgehen sehen. Die Unterschiede von Sommer und
würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegensatzes
. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchsten Grade zu denen
welche man extreme nennt und die eine unabsehbar verwickelte Reihe schnell
er Luftströmungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall
fe der Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zusammen; so hörten
Orte die Unterschiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne sich
rochen scheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden
ören sie am Horizonte zu sehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden
der Oberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages sein*)." Man hat
ustand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der
t gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche
die gemäßigte Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden
wärme entbehren müßte, in das fast immer gleiche, eben nicht erfreuliche Früh-
Klima versetzt sein, von welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der
Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos†) zwischen 10000 und
uß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oscillirt dort immerdar zwischen
d 9° Réaumur.

griechische Alterthum ist viel mit der Schiefe der Ekliptik beschäftigt gewesen, mit
essungen, mit Muthmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der
der Erdachse auf Klimate und Ueppigkeit der organischen Entwickelung. Diese
ionen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagorischen Schule und dem
es von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären sollen, sind dürftig und
mt; doch geben sie zu erkennen, daß man sich die Entwickelung des organischen
nd die Entstehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die
sich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen
änderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die
chdem sie entstanden und lebende Wesen aus ihrem Schooße hervorgebracht, sich
t gegen die Mittagsseite geneigt habe." In derselben Beziehung sagt Diogenes
II, 9 von dem Klazomenier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger Lage
wungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheitelrecht über der Erde
äter aber hatten sie die schiefe Richtung angenommen." Die Entstehung der
er Ekliptik dachte man sich wie eine kosmische Begebenheit. Von einer fort-
en späteren Veränderung war keine Rede.

Schilderung der beiden extremen, also entgegengesetzten Zustände, denen sich die
Uranus und Jupiter am meisten nähern, sind dazu geeignet an die Veränderun-
rinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik
eteorologischen Verhältnissen unseres Planeten und in der Entwickelung der orga-
ebensformen hervorbringen würde, wenn diese Zu- oder Abnahme nicht in sehr
renzen eingeschlossen wären. Die Kenntniß dieser Grenzen, Gegenstand der

---

bler, Astronomie § 193.
mboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Ansichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133.)

großen Arbeiten von Leonhard Euler, Lagrange und Laplace, kann für die neuere Zeit eine der glänzendſten Errungenſchaften der theoretiſchen Aſtronomie und der vervollkommneten höheren Analyſis genannt werden. Dieſe Grenzen ſind ſo enge, daß Laplace (Expos. du Système du Monde, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufſtellte, die Schiefe der Ekliptik oſcillire nach beiden Seiten nur 1° ½ um ihre mittlere Lage. Nach dieſer Angabe*) würde uns die Tropenzone (der Wendekreis des Krebſes, als ihr nördlichſter, äußerſter Saum) nur um eben ſo viel näher kommen. Es wäre alſo, wenn man die Wirkung ſo vieler anderer meteorologiſcher Perturbationen ausſchließt, als würde Berlin von ſeiner jetzigen iſothermen Linie allmälig auf die von Prag verſetzt. Die Erhöhung der mittleren Jahres-Temperatur würde kaum mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermometers betragen †). Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alternirenden Veränderung der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für rathſamer ſie nicht an beſtimmte Zahlen zu feſſeln. „La diminution lente et séculaire de l'obliquité de l'écliptique," ſagt er, „offre des états alternatifs qui produisent une oscillation éternelle, comprise entre des limites fixes. La théorie n'a pas encore pu parvenir à déterminer ces limites; mais d'après la constitution du système planétaire, elle a démontré qu'elles existent et qu'elles sont *très peu etendues*. Ainsi, à ne considérer qut le seul effet des causes constantes qui agissent actuellement sur le système du monde, on peut affirmer que le plan de l'écliptique *n'a jamais coincidé* et ne *coincidera jamais* avec le plan de l'équateur, phénomène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le (prétendu!) printemps perpétuel." Biot, Traité d'Astronomie physique, 3me éd. 1847. T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdachſe bloß von der Einwirkung der Sonne und des Erd-Satelliten auf die abgeplattete Geſtalt unſeres Planeten abhängt, iſt das Zunehmen und Abnehmen der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderlichen Stellung aller Planeten. Gegenwärtig ſind dieſe ſo vertheilt, daß ihre Geſammtwirkung auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik hervorbringt. Letztere beträgt jetzt nach Beſſel jährlich 0″,457. Nach dem Verlauf von vielen tauſend Jahren wird die Lage der Planetenbahnen und ihrer Knoten (Durchſchnittspunkte auf der Ekliptik) ſo verſchieden ſein, daß das Vorwärtsgehen der Aequinoctien in ein Rückwärtsgehen und demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik wird verwandelt ſein. Die Theorie lehrt, daß dieſe Zu- und Abnahme Perioden von ſehr ungleicher Dauer ausfüllt. Die älteſten aſtronomiſchen Beobachtungen, welche uns mit genauen numeriſchen Angaben erhalten ſind, reichen bis in das Jahr 1104 vor Chriſtus hinauf und bezeugen das hohe Alter chineſiſcher Civiliſation. Literariſche Monumente ſind kaum hundert Jahre jünger, und eine geregelte hiſtoriſche Zeitrechnung reicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre vor Chriſtus hinauf‡). Unter der Regentſchaft des Tſcheu-kung, Bruders des Wu-wang wurden an einem 8füßigen Gnomon in der Stadt Lo-jang ſüdlich vom gelben Fluſſe (die Stadt heißt jetzt Ho-nan-fu, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite von 34° 40′ die Mittagsſchatten ‖) in zwei Solſtitien gemeſſen. Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu 23° 54′: alſo um 27′ größer, als ſie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas und Eratoſthenes zu Marſeille und Alexandrien ſind ſechs und ſieben Jahrhunderte jünger. Sie beſitzen 4 Reſultate über die Schiefe der Ekliptik vor unſerer Zeitrechnung, und 7 nach

*) „L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux)." Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 303.

†) Ich habe an einem anderen Orte durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterſchied eines geographiſchen Breitengrades ſehr nahe 0°,5 des hunderttheiligen Thermometers, in dem weſtlichen Temperatur-Syſteme von Amerika aber zwiſchen Boſton und Charlestown) 0°,9 entſprechen. Asie centrale T. III. p. 229.

‡) Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †).

‖) Laplace, Expos. du Système du Monde (5me éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; derſelbe in der Connaissance des tems pour 1811 p. 288; Biot, Traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. IV. p. 90–99 und 614–623

ihrem Durchschnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen; so ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die astronomischen Klimate, d. h. für die Temperatur der Erde, in so fern dieselbe Funktion der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdbahn senkrecht stände, würde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen sehen. Die Unterschiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegensatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchsten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabsehbar verwickelte Reihe schnell wechselnder Luftströmungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zusammen; so hörten an jedem Orte die Unterschiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne sich ununterbrochen scheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören sie am Horizonte zu sehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden Punktes der Oberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages sein*)." Man hat diesen Zustand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der allgemein gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche wir jetzt die gemäßigte Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden Sonnenwärme entbehren müßte, in das fast immer gleiche, eben nicht erfreuliche Frühlings-Klima versetzt sein, von welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der ewigen Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos†) zwischen 10000 und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oscillirt dort immerdar zwischen 4° ½ und 9° Réaumur.

Das griechische Alterthum ist viel mit der Schiefe der Ekliptik beschäftigt gewesen, mit rohen Messungen, mit Muthmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdachse auf Klimate und Ueppigkeit der organischen Entwickelung. Diese Speculationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagorischen Schule und dem Oenopides von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären sollen, sind dürftig und unbestimmt; doch geben sie zu erkennen, daß man sich die Entwickelung des organischen Lebens und die Entstehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die Erdachse sich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Welt, nachdem sie entstanden und lebende Wesen aus ihrem Schooße hervorgebracht, sich von selbst gegen die Mittagsseite geneigt habe." In derselben Beziehung sagt Diogenes Laertius II, 9 von dem Klazomenier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger Lage fortgeschwungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheitelrecht über der Erde stand; später aber hatten sie die schiefe Richtung angenommen." Die Entstehung der Schiefe der Ekliptik dachte man sich wie eine kosmische Begebenheit. Von einer fortschreitenden späteren Veränderung war keine Rede.

Die Schilderung der beiden extremen, also entgegengesetzten Zustände, denen sich die Planeten Uranus und Jupiter am meisten nähern, sind dazu geeignet an die Veränderungen zu erinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik in den meteorologischen Verhältnissen unseres Planeten und in der Entwickelung der organischen Lebensformen hervorbringen würde, wenn diese Zu- oder Abnahme nicht in sehr enge Grenzen eingeschlossen wären. Die Kenntniß dieser Grenzen, Gegenstand der

---

*) Mädler, Astronomie § 193.

†) Humboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Ansichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133.)

Die Bewegung der großen Are (Abſidenlinie) der Planetenbahnen, durch welche der Ort der Sonnennähe (des Perihels) verändert wird, iſt eine Bewegung, die ohne Ende, der Zeit proportional, nach Einer Richtung fortſchreitet. Sie iſt eine Veränderung in der Poſition der Apſidenlinie, welche ihren Cyclus erſt in mehr als hunderttauſend Jahren vollendet; und weſentlich von den Veränderungen zu unterſcheiden, welche die Geſtalt der Bahnen, ihre Ellipticität, erleidet. Es iſt die Frage aufgeworfen worden: ob der wachſende Werth dieſer Elemente in der Folge von Jahrtauſenden die Temperatur der Erde in Hinſicht auf Quantität und Vertheilung nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modificiren könne? ob in dieſen aſtronomiſchen, nach ewigen Geſetzen regelmäßig fortwirkenden Urſachen nicht ein Theil der Löſung des großen geologiſchen Problems der Vergrabung tropiſcher Pflanzen- und Thierformen in der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieſelben mathematiſchen Gedankenverbindungen, welche zu den Beſorgniſſen über Poſition der Apſiden, über Form der elliptiſchen Planetenbahnen (je nachdem dieſe ſich der Kreisform oder einer cometenartigen Excentricität nähern), über Neigung der Planeten-Achſen, Veränderung der Schiefe der Ekliptik, Einfluß der Präceſſion auf die Jahreslänge anregen; gewähren in ihrer höheren analytiſchen Entwickelung auch kosmiſche Motive der Beruhigung. Die großen Aren und die Maſſen ſind conſtant. Periodiſche Wiederkehr hindert ein maaßloſes Anwachſen gewiſſer Perturbationen. Die ſchon an ſich ſo mäßigen Excentricitäten der mächtigſten zwei Planeten, des Jupiter und des Saturn, ſind durch eine gegenſeitige und dazu noch ausgleichende Wirkung wechſelsweiſe im Zu- und Abnehmen begriffen, wie auch in beſtimmte, meiſt enge Grenzen eingeſchloſſen.

Durch die Veränderung der Poſition der Apſidenlinie*) fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächſten iſt, in ganz entgegengeſetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die erſten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) ſechs Monate ſpäter, in die erſten Tage des Julius, fällt; ſo kann durch das Fortſchreiten (die Drehung) der Apſidenlinie oder großen Are der Erdbahn das Maximum des Abſtandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, ſo daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographiſche Meilen (d. i. ohngefähr $^1/_{30}$ des mittleren Abſtandes der Erde von der Sonne) ferner ſtehen würde als im Sommer. Auf den erſten Anblick möchte man alſo glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengeſetzte Jahreszeit (ſtatt des Winters, wie jetzt der Fall iſt, in den Sommer) große klimatiſche Veränderungen hervorbringen müſſe; aber in der gemachten Vorausſetzung wird die Sonne nicht mehr ſieben Tage länger in der nördlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbſt-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer iſt als diejenige, während welcher ſie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbſt-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterſchied (und wir verweilen hier bloß bei den aſtronomiſchen Klimaten, mit Ausſchluß aller phyſiſchen Betrachtungen über das Verhältniß des Feſten zum Flüſſigen auf der vielgeſtalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterſchied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apſidenlinie ſein ſoll, wird meiſt dadurch im ganzen verſchwinden†), daß der Punkt, in welchem unſer Planet der Sonne am nächſten ſteht, immer zugleich der iſt, durch den der Planet ſich am ſchnellſten bewegt. Das ſchöne, zuerſt von Lambert‡) aufgeſtellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional iſt,

*) John Herſchel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in den Transact. of the geolog. Soc. of London 2d Ser. Vol. III. P. 1. p. 298; derſelbe in ſeinem Treatise of Astronomy 1833 (Cab. Cyclop. Vol. XLIII.) § 315.

†) Arago im Annuaire pour 1834 p. 199.

‡) „Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est la même en allant de l'équinoxe du printems à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier. Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont

derſelben bis zu Ulugh Beg's Beobachtungen auf der Sternwarte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace ſtimmt auf eine bewundernswürdige Weiſe, bald in plus, bald in minus, mit den Beobachtungen für einen Zeitraum von faſt 3000 Jahren überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tſcheukung's Meſſung der Schattenlängen iſt um ſo glücklicher, als die Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher Urſach, der großen vom Kaiſer Schi-hoang-ti aus der Tſin-Dynaſtie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatiſchen Bücher-Zerſtörung entgangen iſt. Da der Anfang der 4ten ägyptiſchen Dynaſtie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Unterſuchungen von Lepſius 23 Jahrhunderte vor der Solſtitial-Beobachtung zu Lo-jang fällt, ſo iſt bei der hohen Bildungsſtufe des ägyptiſchen Volkes und ſeiner frühen Calender-Einrichtung es wohl ſehr wahrſcheinlich, daß auch damals ſchon Schattenlängen im Nilthal gemeſſen wurden; Kenntniß davon iſt aber nicht auf uns gekommen. Selbſt die Peruaner, obgleich weniger fortgeſchritten in der Vervollkommnung des Calenderweſens und der Einſchaltungen, als es die Mexicaner und die Muyscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf ſehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreiſe umgeben. Es ſtanden dieſelben ſowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, faſt unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Feſten mit Blumen bekränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten*).

9. Excentricität der Planeten. — Die Form der elliptiſchen Bahnen iſt beſtimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipſe. Dieſe Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Are der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (alſo der Kreisform ſehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigſten excentriſchen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächſten: die Erde, deren Excentricität ſich jetzt vermindert und zwar um 0,00004299 in 100 Jahren, während die kleine Are ſich vergrößert; Uranus, Jupiter, Saturn, Ceres, Egeria, Veſta und Mars. Die am meiſten excentriſchen Bahnen ſind die der Juno (0,255), Pallas (0,239), Iris (0,232), Victoria (0,217), des Merkur (0,205) und der Hebe (0,202). Die Excentricitäten ſind bei einigen Planeten im Wachſen: wie bei Merkur, Mars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen: wie bei Venus, der Erde, Saturn und Uranus. Die nachfolgende Tabelle giebt die Excentricitäten der Großen Planeten nach Hanſen für das Jahr 1800. Die Excentricitäten der 14 Kleinen Planeten ſollen ſpäter nebſt anderen Elementen ihrer Bahnen für die Mitte des 19ten Jahrhunderts geliefert werden.

Merkur	0,2056163	Jupiter	0,0481621
Venus	0,0068618	Saturn	0,0561505
Erde	0,0167922	Uranus	0,0466108
Mars	0,0932168	Neptun	0,00871946

*) Garcilaſo, Comment. Reales Parte I. lib. II cap. 22–26; Prescott, Hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphiſchen Tageszeichen ein beſonders geehrtes, Ollin-tonatiuh, das der 4 Sonnendrehungen, genannt, welches dem großen, alle 52=4×13 Jahre erneuerten Cyclus vorſtand und ſich auf den hieroglyphiſch durch Fußſtapfen ausgedrückten Weg der Sonne, die Solſtitien und Aequinoctien durchſchneidend, bezog. In dem ſchön gemalten aztekiſchen Manuſcripte, das vormals in der Villa des Cardinal Borgia zu Velletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet ſich das merkwürdige aſtrologiſche Zeichen eines Kreuzes, deſſen beigeſchriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solſtitial-Punkte vollſtändig bezeichnen würden, wenn die den Tageszeichen wegen der periodiſchen Reihen beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollzählig wären. (Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XXXVII, No. 8; p. 164, 189 und 237.) Der der Sterndeutung achtung leidenſchaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Faſtenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünſchten Sohnes faſtete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas kühn eine Sternwarte nennt und deſſen Trümmer er noch ſah (Monarquia Indiana lib. II. cap. 64). In der Raccolta di Mendoza ſehen wir einen Prieſter dargeſtellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8 p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt iſt, die vom beobachteten Stern zu ſeinem Auge geht.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte unter diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion; zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Lassell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen besonders der zweite und vierte am sichersten bestimmt sind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreisenden Satelliten sind untergeordnete Systeme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von sehr verschiedenen Dimensionen bildend, in denen sich im Kleinen das große Sonnengebiet gleichsam wiederholt. Nach unseren Kenntnissen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmesser 52000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Diese Analogien zwischen den untergeordneten Systemen und dem Sonnensysteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterswelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur schnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicanischen Weltsystems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organische Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete ist so ungleich, daß, wenn im ganzen die mondlosen Hauptplaneten sich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetarischen Gruppe, jenseits des Ringes der mit einander verschlungenen Asteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher sich in der Gruppe der inneren Planeten zwischen der Sonne und den Asteroiden gebildet hat, der Erdmond, ist auffallend groß im Verhältniß seines Durchmessers zu dem seines Hauptplaneten. Dieses Verhältniß ist $\frac{1}{3,8}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,5}$ und der größte der Jupitrstrabanten, der 3te, $\frac{1}{25,8}$ des Durchmessers ihres Hauptplaneten sind. Man muß diese Betrachtung einer relativen Größe sehr von der der absoluten Größe unterscheiden. Der relativ so große Erdmond (454 Meilen im Durchmesser) ist absolut kleiner als alle vier Jupiterstrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant ist sehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verschieden*). Wenn das Problem der telescopischen Sichtbarkeit von dem Durchmesser allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beschaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, so würde man für die kleinsten der Nebenplaneten den 1sten und 2ten der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach gesehenen Uranustrabanten zu halten haben; vorsichtiger ist es aber, sie bloß als die kleinsten Lichtpunkte zu bezeichnen. Gewisser scheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinsten aller planetarischen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu suchen sind†).

Die Dichtigkeit der Satelliten ist keineswegs immer geringer als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall ist beim Erdmonde (dessen Dichtigkeit nur 0,619 von der unserer Erde ist) und bei dem 4ten Jupiterstrabanten. Der dichteste dieser Trabantengruppe, der 2te, ist auch dichter als Jupiter selbst, während der 3te und größte gleiche Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben scheint. Auch die Massen nehmen gar nicht mit dem Abstande zu. Sind die Planeten aus kreisenden Ringen entstanden; so müssen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Ursachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben sehr verschiedene Excentricitäten. Im Jupiters-Systeme sind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 fast kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 steigen. Im Saturns-Systeme ist die Bahn des dem Hauptplaneten nächsten Trabanten (Mimas) schon beträchtlich excentrischer als die Bahnen von Enceladus und des von Bes-

*) A. a. O. § 548.

†) S. Mädler's Versuch, den Durchmesser der Vesta (66 geogr. Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu bestimmen in seiner Astronomie S. 213.

den in derselben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beschreibt, enthält gewissermaßen die beruhigende Auflösung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Absidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; so sind auch, nach Arago und Poisson*), die Grenzen der wahrscheinlichen Veränderungen der elliptischen Form der Erdbahn so eng beschränkt, daß sie die Klimate der einzelnen Zonen nur mäßig und dazu in langen Perioden sehr allmälig modificiren würden. Ist auch die Analyse, welche diese Grenze genau bestimmt, noch nicht ganz vollendet, so geht aus derselben doch wenigstens so viel hervor, daß die Excentricität der Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria übergehen werde.

10. Lichtstärke der Sonne auf den Planeten. — Wenn man die Lichtstärke auf der Erde = 1 setzt, so findet man für

Merkur	6,674	Jupiter	0,036
Venus	1,911	Saturn	0,011
Mars	0,431	Uranus	0,003
Pallas	0,130	Neptun	0,001

Als Folge sehr großer Excentricität haben Licht-Intensität:

Merkur	in dem Perihel	10,58;	im Aphel	4,58
Mars	„ „	0,52;	„ „	0,36
Juno	„ „	0,25;	„ „	0,09

während die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn im Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnenlicht auf Merkur 7mal intensiver als auf der Erde ist, so muß es auf Uranus 368mal schwächer sein. Der Wärme-Verhältnisse ist hier schon darum nicht Erwähnung geschehen, weil sie, als ein complicirtes Phänomen, von der besonderen Beschaffenheit der Planeten-Atmosphären, ihrer Höhe, ihrer Existenz oder Nicht-Existenz abhängig sind. Ich erinnere nur hier an die Vermuthungen von Sir John Herschel über die Temperatur der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siedepunkt des Wassers ansehnlich übertrifft" †).

b. Nebenplaneten.

Die allgemeinen vergleichenden Betrachtungen über die Nebenplaneten sind mit einiger Vollständigkeit schon im Naturgemälde (Kosmos Buch I. S. 44—47) geliefert worden. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten bekannt. Von den Asteroiden, sogenannten telescopischen oder Kleinen Planeten waren bloß erst vier: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Gegenwärtig (August 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten die der Trabanten. Wir kennen von den ersteren 22, von den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung planetarischer Entdeckungen, von 1807 bis December 1845, begann mit der Asträa von Hencke eine lange Folge von 10 neuentdeckten Kleinen Planeten. Von diesen hat Henke zu Driesen zwei (Asträa und Hebe), Hind in London vier (Iris, Flora, Victoria und Irene), Graham zu Markree-Castle einen (Metis) und De Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope und Egeria) zuerst erkannt. Der äußerste aller Großen Planeten, der von Le Verrier in Paris verkündigte, von Galle zu Berlin aufgefundene Neptun, folgte nach 10 Monaten der Asträa. Die Entdeckungen häufen sich jetzt mit solcher Schnelligkeit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf weniger Jahre eben so veraltet erscheint als statistische Länderbeschreibungen.

---

les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral." Poisson sur la stabilité du système planétaire in der Connaiss. des tems pour 1836 p. 54.

*) Arago a. a. O. p. 200–204. „L'excentricité," sagt Poisson (a. a. O. p. 38 und 52), „ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité de chaleur solaire reçue par la Terre sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas."

†) Outlines § 432.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte unter diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion; zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Lassell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen besonders der zweite und vierte am sichersten bestimmt sind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreisenden Satelliten sind untergeordnete Systeme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von sehr verschiedenen Dimensionen bildend, in denen sich im Kleinen das große Sonnengebiet gleichsam wiederholt. Nach unseren Kenntnissen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmesser 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Diese Analogien zwischen den untergeordneten Systemen und dem Sonnensysteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterswelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur schnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicanischen Weltsystems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organische Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete ist so ungleich, daß, wenn im ganzen die mondlosen Hauptplaneten sich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetarischen Gruppe, jenseits des Ringes der mit einander verschlungenen Asteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher sich in der Gruppe der inneren Planeten zwischen der Sonne und den Asteroiden gebildet hat, der Erdmond, ist auffallend groß im Verhältniß seines Durchmessers zu dem seines Hauptplaneten. Dieses Verhältniß ist $\frac{1}{3,6}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,5}$ und der größte der Jupiterstrabanten, der 3te, $\frac{1}{28,8}$ des Durchmessers ihres Hauptplaneten sind. Man muß diese Betrachtung einer relativen Größe sehr von der der absoluten Größe unterscheiden. Der relativ so große Erdmond (454 Meilen im Durchmesser) ist absolut kleiner als alle vier Jupiterstrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant ist sehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verschieden*). Wenn das Problem der teleskopischen Sichtbarkeit von dem Durchmesser allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beschaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, so würde man für die kleinsten der Nebenplaneten den 1sten und 2ten der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach gesehenen Uranustrabanten zu halten haben; vorsichtiger ist es aber, sie bloß als die kleinsten Lichtpunkte zu bezeichnen. Gewisser scheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinsten aller planetarischen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu suchen sind†).

Die Dichtigkeit der Satelliten ist keineswegs immer geringer als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall ist beim Erdmonde (dessen Dichtigkeit nur 0,619 von der unserer Erde ist) und bei dem 4ten Jupiterstrabanten. Der dichteste dieser Trabantengruppe, der 2te, ist auch dichter als Jupiter selbst, während der 3te und größte gleiche Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben scheint. Auch die Massen nehmen gar nicht mit dem Abstande zu. Sind die Planeten aus kreisenden Ringen entstanden; so müssen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Ursachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben sehr verschiedene Excentricitäten. Im Jupiters-Systeme sind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 fast kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 steigen. Im Saturns-Systeme ist die Bahn des dem Hauptplaneten nächsten Trabanten (Mimas) schon beträchtlich excentrischer als die Bahnen von Enceladus und des von Ty-

*) A. a. O. § 548.

†) S. Mädler's Versuch, den Durchmesser der Vesta (66 geogr. Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu bestimmen in seiner Astronomie S. 215.

genau bestimmten Titan, welcher zuerst entdeckt wurde und der größte ist. Die Er-
ität dieses 6ten Trabanten des Saturn ist nur 0,02922. Nach allen diesen Angaben,
den sichreren gehören, ist Mimas allein mehr excentrisch als der Erdmond (0,05484);
r hat die Eigenheit, daß seine Bahn um die Erde unter allen Satelliten die stärkste
ricität im Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068) kreist um
n (0,056), aber unser Mond (0,054) um die Erde, deren Excentricität nur 0,016 ist.
die Abstände der Trabanten von den Hauptplaneten vergl. Kosmos Buch I. S. 46.
ntfernung des dem Saturn nächsten Trabanten (Mimas) wird gegenwärtig nicht
zu 20022 geogr. Meilen, sondern zu 25600 angeschlagen: woraus sich ein Abstand
m Ringe des Saturn, diesen zu 6047 Meilen Breite und den Abstand des Ringes
r Oberfläche des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000 Meilen
*). Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen sich merkwürdige Anomalien
einer gewissen Uebereinstimmung in dem Systeme des Jupiter, dessen Satelliten sich
ahe alle in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe
turnstrabanten kreisen 7 meist in der Ebene des Ringes, während der äußerste 8te,
s, 12° 14′ gegen die Ring-Ebene geneigt ist.

diesen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreise im Weltall sind wir von
heren, wahrscheinlich nicht höchsten †), Systeme, von dem der Sonne, zu den unter-
ten Partial-Systemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herab-
n. Wie dem denkenden und zugleich phantasirenden Menschen ein Streben nach
gemeinerung der Ansichten angeboren ist, wie ihm ein unbefriedigtes kosmisches
n in der translatorischen Bewegung‡) unsres Sonnensystemes durch den Weltraum
e einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten scheint; so ich auch der
hkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centralkörper für andere
ire, wegen ihrer Kleinheit nicht gesehene Weltkörper sein könnten. Dann wären den
en Gliedern der Partial-Systeme, deren Hauptsitz die Gruppe der äußeren Haupt-
n ist, andere, ähnliche Partial-Systeme untergeordnet. Formwiederholungen in
lehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als selbstgeschaffene Gebilde, dem
den Geiste; aber jeder ernsteren Forschung bleibt es geboten den idealen Kosmos
it dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch sichere Beobachtungen Ergrün-
u vermengen.

---

eielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebiets.

ist, wie ich schon mehrmals erinnert, der besondere Zweck einer physischen Welt-
reibung, alle wichtigen, in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts genau er-
ten, numerischen Resultate in dem siderischen wie in dem tellurischen Gebiete
scheinungen zusammenzustellen. Das Gestaltete und Bewegte wird hier als ein Ge-
senes, Daseiendes, Gemessenes geschildert. Die Gründe, auf welchen die
ten numerischen Resultate beruhen; die cosmogonischen Vermuthungen, welche seit
ausenden nach den wechselnden Zuständen des mechanischen und physikalischen Wis-
iber das Werden entstanden sind: gehören im strengeren Sinne des Worts nicht
t Bereich dieser empirischen Untersuchungen. (Kosmos Buch I. S. 19—20, 32
9.)

Sonne.

s sowohl die Dimensionen als die dermaligen Ansichten über die physische Beschaffen-

n der früheren Angabe (Kosmos Buch I. S.
r der Aequatorial-Halbmesser des Saturn zum
gelegt.
ergl. Kosmos Buch III. S. 491.

‡) Ich habe im Naturgemälde von der translato-
rischen Bewegung der Sonne umständlich gehandelt
(Kosmos Buch I. S. 72 und 73 (vergl. auch Buch
III. S. 484).

heit des Centralkörpers betrifft, ist schon oben (Kosmos Buch III. S. 526–542) angegeben worden. Es bleibt hier nur übrig, nach den neuesten Beobachtungen noch einiges über die rothen Gestalten und rothen Wolkenmassen hinzuzufügen, deren S. 532 besondere Erwähnung geschah. Die wichtigen Erscheinungen, welche die totale Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 im östlichen Europa dargeboten, haben die, schon von Arago 1842 angeregte Meinung, daß die rothen, berg- oder wolkenartigen Hervorragungen am Rande der verfinsterten Sonne zu der gasartigen äußersten Umhüllung des Centralkörpers gehören *), noch mehr bekräftigt. Es sind diese Hervorragungen von dem westlichen Mondrande aufgedeckt worden, je nachdem in seiner Bewegung der Mond gegen Osten fortgerückt ist (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 457); dagegen sind sie wieder verschwunden, wenn sie an der entgegenstehenden Seite durch den östlichen Mondrand verdeckt wurden.

Die Intensität des Lichts jener Rand-Erhebungen ist abermals so beträchtlich gewesen, daß man sie durch dünne Wolken verschleiert in Fernröhren, ja selbst mit bloßen Augen innerhalb der Corona hat erkennen können.

Die Gestalt der, meist rubin- oder pfirsichrothen Erhebungen hat sich (bei einigen derselben) während der Total-Finsterniß sichtbar schnell verändert; eine dieser Erhebungen ist an ihrem Gipfel gekrümmt erschienen, und hat, wie eine oben umgebogene Rauchsäule, vielen Beobachtern in der Nähe der Spitze ein frei schwebendes, abgesondertes Gewölk gezeigt. Die Höhe dieser Hervorragungen wurde meist 1′ bis 2′ geschätzt; an einem Punkte soll sie mehr betragen haben. Außer diesen zapfenartigen Erhebungen, deren man drei bis fünf gezählt, wurden auch carminrothe, langgestreckte, bandartige, wie auf dem Mondrande anliegende, oft gezähnte, niedrige Streifen gesehen †).

Man hat wieder deutlichst, besonders beim Austritt, den Theil des Mondrandes erkennen können, welcher sich nicht ‖) auf die Sonnenscheibe projicirte.

Eine Gruppe von Sonnenflecken war sichtbar, doch einige Minuten von dem Sonnenrande entfernt, da, wo die größte hakenförmige rothe Gibbosität entstand. Gegenüber, unweit der matten östlichen Hervorragung, war ebenfalls nahe am Rande ein Sonnenfleck. Diese trichterförmigen Vertiefungen können wegen des erwähnten Abstandes wohl nicht das Material zur rothen gasartigen Exhalation hergegeben haben; aber weil bei starker Vergrößerung die ganze Oberfläche der Sonne sichtbar Poren zeigt, so ist doch wohl die Vermuthung am wahrscheinlichsten: daß dieselbe Dampf- und Gas-Emanation, welche, von dem Sonnenkörper aufsteigend, die Trichter ¶) bildet, durch diese, welche uns als Sonnenflecken erscheinen, oder durch kleinere Poren sich ergießt, und, erleuchtet, unserem Auge

*) Kosmos Buch III. S. 533 und Anm. *) und †).

†) Vergl. die Beobachtungen des schwedischen Mathematikers Bigerus Vassenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinsterniß des 2. Mai 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, welcher am 28. Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, sah „das frei schwebende Wölkchen durch drei oder noch mehr Fasern mit der hakenförmigen (gekrümmten) Gibbosität verbunden."

‡) Vergl., was ein sehr geübter Beobachter, der Schiffscapitän Bérard, am 8. Juli 1842 in Toulon beobachtete. „Il vit une bande rouge, très mince, dentelée irrégulièrement;" a. a. O. p. 416.

‖) Dieser Umriß des Mondes, während der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war vorher bei ähnlichen Sonnenfinsternissen noch nie beschrieben worden. Die Möglichkeit des Sehens von einem äußeren Mond-Umrisse scheint abhängig von dem Lichte, welches die dritte äußerste Umhüllung der Sonne und der Lichtring (die Strahlenkrone) geben. „La lune se projette en partie sur l'atmosphère du Soleil. Dans la portion de la lunette où l'image de la lune se forme, il n'y a que la lumière provenant de l'atmosphère terrestre. La lune ne fournit rien de sensible et, semblable à un écran, elle arrête tout ce qui provient de plus loin et lui correspond. En dehors de cette image, si précisément à partir de son bord, le champ est éclairé *à la fois* par la lumière de l'atmosphère terrestre et par la *lumière de l'atmosphère solaire*. Supposons que ces deux lumières réunies forment un tout plus fort de 1/60 que la lumière atmosphérique terrestre, et, dès ce moment, le bord de la lune sera visible. Ce genre de vision peut prendre le nom de *vision négative;* c'est en effet par une moindre *intensité* de la portion du champ de la lunette où existe l'image de la lune, que le *contour* de cette image est aperçu. Si l'image était *plus lumineuse* que le reste du champ, la vision serait positive." Arago a. a. O. p. 384. (Vergl. auch über diesen Gegenstand Kosmos Buch III. S. 413 und Anm. *).

¶) Kosmos Buch III. S. 529–531.

othe, vielgestaltete Dampfsäulen und Wolken in der dritten Sonnen-Umhüllung darietet.

Merkur.

Wenn man sich erinnert, wie viel seit den frühesten Zeiten die Aegypter*) sich mit dem Merkur (Set—Horus) und die Inder mit ihrem Budha†) beschäftigt haben; wie nter dem heiteren Himmel von West-Arabien der Sterndienst in dem Stamme der Aseiten ‡) ausschließlich auf den Merkur gerichtet war; ja wie Ptolemäus im 9ten Buche es Almagest 14 Beobachtungen dieses Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor nserer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweise den Chaldäern ||) gehören: so ist man llerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das siebzigste Jahr erreicht hat, sich auf inem Sterbebette beklagte, so viel er sich bemühet, den Merkur nie gesehen zu haben. Doch ezeichneten die Griechen ¶) mit Recht diesen Planeten wegen seines bisweilen so intensiven ichts mit dem Namen des stark funkelnden (στίλβων). Er bietet Phasen (wechselnde ichtgestalten) dar wie Venus, und erscheint uns auch wie diese als Morgen- und Abendstern.

Merkur ist in seiner mittleren Entfernung wenig über 8 Millionen geographischer Meien von der Sonne entfernt, genau 0,3870938 Theile des mittleren Abstandes der Erde on der Sonne. Wegen der starken Excentricität seiner Bahn (0,2056163) wird die Enternung des Merkur von der Sonne im Perihel $6^1/_4$, im Aphel 10 Millionen Meilen. Er ollführt seinen Umlauf um die Sonne in 87 mittleren Erdentagen und $23^{St}\ 15'\ 46''$. Durch die, wenig sichere Beobachtung der Gestalt von dem südlichen Horn der Sichel und durch Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Osten am schwärzesten war, haben Schröter und Harding die Rotation zu $24^{St}\ 5'$ geschätzt.

Nach Bessel's Bestimmungen bei Gelegenheit des Merkur-Durchganges vom 5. Mai 1832 beträgt der wahre Durchmesser 671 geogr. Meilen**), d. i. 0,391 Theile des Erd-Durchmessers.

Die Masse des Merkur war von Lagrange nach sehr gewagten Voraussetzungen über die Reciprocität des Verhältnisses der Dichtigkeiten und Abstände bestimmt worden. Durch den Enckischen Cometen von kurzer Umlaufszeit wurde zuerst ein Mittel gegeben, dieses wichtige Element zu verbessern. Die Masse des Planeten wird von Encke als $\frac{1}{4865751}$ der Sonnenmasse oder etwa $\frac{1}{13}$ der Erdmasse gesetzt. Laplace gab††) für die Masse des Merkur nach Lagrange $\frac{1}{2023610}$ an, aber die wahre Masse ist nur etwa $\frac{5}{12}$ von der Lagrange'schen. Es wird durch diese Verbesserung auch zugleich die vorige hypothetische Angabe von der schnellen Zunahme der Dichtigkeit mit Annäherung eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man mit Hansen den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{6}{100}$ der Erde annimmt, so folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,22. „Diese Bestimmungen," setzt mein Freund, der Urheber derselben, hinzu, „sind nur als erste Versuche zu betrachten, die sich indessen der Wahrheit weit mehr nähern als die Laplacische Annahme." Die Dichtig-

---

*) Leysius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 92-96.

†) Kosmos Buch III. S. 544 Anm. ‡).

‡) A. a. O. Bd. II. S. 306.

||) Lalande in den Mém. de l'Acad. des Sciences pour 1766 p. 498; Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 320.

¶) Kosmos Buch III. S. 544.

**) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4. Mai 1832 fanden Mädler und Wilhelm Beer (Beiträge zur phys. Kenntniß der himmlischen Körper 1841 S. 145) den Durchmesser des Merkur 583 Meilen; aber in der Ausgabe der Astronomie von 1849 hat Mädler das Bessel'sche Resultat vorgezogen.

††) Laplace, Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 209. Der berühmte Verfasser gesteht aber selbst, daß zur Bestimmung der Mercursmasse er sich gegründet habe auf die „hypothèse très précaire qui suppose les densités de Mercure et de la Terre réciproques à leur moyenne distance du Soleil." — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Bergzüge auf der Merkurscheibe, die Schröter gemessen haben will, und die schon Kaiser (Sternenhimmel 1850 § 57) bezweifelt, noch der von Lemonnier und Messier (Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18ème siècle p. 222) behaupteten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmosphäre, während der Durchgänge vor der Sonne; noch der vorübergehenden Wolkenzüge und Oberflächen-Verdunkelung auf dem Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru am 8. November 1802 beobachtete, bin ich sehr auf die Schärfe des Umrisses des Planeten während des Austritts aufmerksam gewesen, habe aber nichts von einer Umhüllung bemerkt.

keit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch faſt dreimal größer als die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,94, wenn die Erde = 1,00.

Venus.

Die mittlere Entfernung derſelben von der Sonne iſt 0,7233317 in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 15 Millionen geogr. Meilen. Die ſideriſche und wahre Umlaufszeit der Venus iſt 224 Tage 16ᵉᵗ 49′ 7″. Kein Hauptplanet kommt der Erde ſo nahe als Venus: ſie kann ſich uns bis 5¼ Millionen Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des ſcheinbaren Durchmeſſers, welcher keineswegs allein die Stärke des Glanzes beſtimmt*). Die Excentricität der Venusbahn iſt nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Axe ausgedrückt. Der Durchmeſſer des Planeten beträgt 1694 geogr. Meilen; die Maſſe $\frac{1}{401400}$, der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach ſeinen Rudolphiniſchen Tafeln zuerſt verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten iſt der der Venus, wegen Beſtimmung der Sonnen-Parallaxe und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetenſyſtems. Nach Encke's erſchöpfender Unterſuchung des Venus-Durchganges von 1769 iſt die Parallaxe der Sonne 8″,5711 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallaxe iſt auf den Vorſchlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Gerling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika ſeit 1849 unternommen worden. Es ſoll die Parallaxe durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des öſtlichen und weſtlichen Stillſtandes, wie durch Micrometer-Meſſungen der Differenzen in Rectaſcenſion und Declination von wohlbeſtimmten Fixſternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterſchieden, erlangt werden (Schum. Aſtr. Nach. No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die aſtronomiſche Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gilliß hat ſich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus iſt lange vielen Zweifeln unterworfen geweſen. Dominique Caſſini 1669 und Jacques Caſſini 1732 fanden ſie 23ᵉᵗ 20′, während Bianchini†) in Rom 1726 die langſame Rotation von 24 ½ Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel 23ᵉᵗ 21′ 21″,93.

Dieſe Flecken, an der Grenze der Scheidung zwiſchen Licht und Schatten in der ſichelförmigen Venus, erſcheinen ſelten, ſind ſchwach und meiſt veränderlich: ſo daß beide Herſchel, Vater und Sohn, glauben, daß ſie nicht der feſten Oberfläche des Planeten, ſondern wahrſcheinlicher einer Venus-Atmoſphäre‡) angehören. Die veränderliche Geſtalt der

*) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in dem hellſten Lichte erſcheinen kann, ſo daß er ſelbſt mit unbewaffnetem Auge am Mittag zu ſehen iſt, liegt zwiſchen der unteren Conjunction und der größten Digreſſion, nahe bei der letzten, nahe dem Abſtande von 40° von der Sonne oder von dem Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erſcheint Venus in ihrem ſchönſten Lichte, 40° öſtlich und weſtlich von der Sonne entfernt, wenn ihr ſcheinbarer Durchmeſſer, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66″ anwachſen kann, nur etwa 40″ hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten Phaſe kaum 10″ mißt. Die Erdnähe giebt dann der ſchmalen Lichtſichel ein ſo intenſives Licht, daß ſie in der Abweſenheit der Sonne Schatten wirft.“ Littrow, theoriſche Aſtronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwendigkeit einer künftigen Entdeckung von Venus-Phaſen vorher verkündigt hat, wie in Smith's Optics, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften wiederholt behauptet wird, iſt neuerlichſt durch Profeſſor de Morgan's genauere Unterſuchung von dem Werke de Revolutionibus, wie es auf uns gekommen, überaus zweifelhaft geworden. S. den Brief von Adams an Rev. R. Main vom 7. Sept. 1846 in Rep. of the Royal Astron. Soc. Vol. VII. No. 9 p. 142. (Vergl. auch Kosmos Buch II. S. 366).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. au 18ᵉᵐᵉ siècle p. 256–258. Das Reſultat von Bianchini iſt beſtätigt worden von Huſſey und Flaugergues; auch Hanſen, deſſen Autorität mit Recht ſo groß iſt, hielt es 1836 für das wahrſcheinlichere (Schumacher's Jahrb. für 1837 S. 90).

‡) Arago über die Lilienthaler merkwürdige Beobachtung des 12. Aug. 1790 im Annuaire pour 1842 p. 339. („Ce qui favorise aussi la probabilité de l'existence d'une atmosphère qui enveloppe Vénus, c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette prismatique. L'intensité de la lumière de l'extérieur du croissant est sensiblement plus faible que celle des points situés dans la partie circulaire du disque de la planète.“ Arago, Handſchriftlich von 1847.)

Hörner, besonders des südlichen, an der Sichel, ist von La Hire, Schröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Bestimmung der Rotation benutzt worden. Die Erscheinungen dieser Veränderlichkeit sind von der Art, daß sie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie sie Schröter zu Lilienthal angab, sondern nur Höhen, wie sie unser Planet in beiden Continenten darbietet*). Bei dem Wenigen, das wir von dem Oberflächen-Ansehen und der physischen Beschaffenheit der sonnennahen Planeten, Merkur und Venus, wissen, bleibt auch die von Christian Mayer, William Herschel †) und Harding in dem dunklen Theile bisweilen beobachtete Erscheinung eines aschfarbenen Lichtes, ja eines eigenthümlichen Lichtprocesses überaus räthselhaft. Es ist bei so großer Ferne nicht wahrscheinlich, daß das reflectirte Erdlicht in der Venus, wie bei unserem Monde, eine aschfarbige Erleuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben beider unteren Planeten, Merkur und Venus, ist bisher noch keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 12032mal größer als der Durchmesser der Erde: also 20682000 geogr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf $\frac{1}{230}$). Der siderische Umlauf der Erde um die Sonne ist 365^{T} 6St 9′ 10″,7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt 0,01679226, die Masse $\frac{1}{359551}$; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser 5,44. Bessel's Untersuchung von 10 Gradmessungen gab eine Erd-Abplattung von $\frac{1}{299,153}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toisen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmesser zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Buch I. S. 84 Anm. *). Wir beschränken uns hier auf numerische Angaben von Gestalt und Bewegungen; alles, was sich auf die physische Beschaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, tellurischen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; siderische Umlaufszeit 27 Tage 7St 43′ 11″,5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmessers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Masse des Mondes nach Lindenau $\frac{1}{87,73}$ (nach Peters und Schidlofsky $\frac{1}{81}$) der Masse der Erde; Dichtigkeit 0,619 (also fast $\frac{2}{3}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Achse wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft. Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht ist unter allen Zonen schwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographischen Längen-Bestimmungen oft Abstände des Mondes von der Sonne nehmen muß, ist es nicht selten schwer, die Mondscheibe zwischen den licht-intensiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwischen zwölf- und sechzehntausend Fuß hoch liegen, da wo die heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu sehen ist, wurde mir das Aufsuchen der Mondscheibe um vieles leichter, weil der Cirrus seiner lockeren Beschaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf seinem Wege durch dünne Luftschichten minder geschwächt ist. Das Verhältniß der Lichtstärke der Sonne zu

*) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper S. 148. Der sogenannte Venusmond, den Fontana, Dominicus Cassini und Short wollen erkannt haben, für den Lambert Tafeln berechnete, und der in Crefeld (Berliner Jahrbuch 1778 S. 186) volle 3 Stunden nach dem Austritt der Venus in dem Mittelpunkt der Sonnenscheibe soll gesehen worden sein; gehört zu den astronomischen Mythen einer unkritischen Zeit.

†) Philos. Transact. 1795 Vol. 86 p. 214.

der des Vollmondes verdient eine neue Unterſuchung, da Bouguer's, überall angenommene Beſtimmung ($\frac{1}{300000}$) ſo auffallend von der, freilich unwahrſcheinlicheren, Wollaſton's ($\frac{1}{5563}$) abweicht*).

Das gelbe Mondlicht erſcheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftſchichten, durch welche wir es ſehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten†). Nach den vielfachen Beobachtungen, die Arago mit ſeinem Polariſcop angeſtellt, iſt in dem Mondlichte polariſirtes Licht enthalten: am deutlichſten im erſten Viertel und in den grauen Mondflecken; z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Wallebene des ſogenannten Mare Crisium. Solche Wallebenen ſind meiſt mit Bergadern durchzogen, deren polyedriſche Geſtalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polariſation des reflectirten Sonnenlichts erforderlich ſind. Der dunkle Farbenton der Umgegend ſcheint dazu durch Contraſt die Erſcheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchtenden Centralberg der Gruppe Ariſtarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanismus zu bemerken wähnte, ſo hat derſelbe keine ſtärkere Polariſation des Lichts gezeigt als andere Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimiſchung von polariſirtem Lichte bemerkt; aber während einer totalen Mondfinſterniß (31. Mai 1848) hat Arago in der roth gewordenen Mondſcheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten ſprechen werden) unzweifelhafte Zeichen von Polariſation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1193).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend iſt, gehört, wie ſo viele andere meines verehrten Freundes Melloni, zu den wichtigſten und überraſchendſten Entdeckungen unſeres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Verſuchen, von La Hire an bis zu denen des ſcharfſinnigen Forbes‡), iſt es Melloni geglückt, mittelſt einer Linſe (lentille à échelons) von drei Fuß Durchmeſſer, die für das meteorologiſche Inſtitut am Veſuv-Kegel beſtimmt war, bei verſchiedenen Wechſeln des Mondes die befriedigendſten Reſultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten. Moſotti-Lavagna und Belli, Profeſſoren der Univerſitäten Piſa und Pavia, waren Zeugen dieſer Verſuche, die nach Maßgabe des Alters und der Höhe des Mondes verſchieden ausfielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung, welche Melloni's thermoſcopiſche Säule erzeugte, in Bruchtheilen eines hundertheiligen Thermometergrades ausgedrückt, betrage, wurde damals (Sommer 1846) noch nicht ergründet‖).

Das aſchgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondſcheibe leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde ſie nur eine ſchmale, von der Sonne erleuchtete Sichel bes-

---

*) Kosmos Buch III. S. 432 und Anm. ¶).

†) „La lumière de la lune est jaune, tandis que celle de Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche, parce qu'à la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cette partie de l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse." Arago in Handſchr. von 1847. Die am meiſten brechbaren Farben im Spectrum, von Blau bis Violett, ergänzen ſich, Weiß zu bilden, mit den weniger brechbaren, von Roth bis Grün. (Kosmos Buch III. S. 497 Anm. ¶).

‡) Forbes on the refraction and polarisation of Heat in den Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1836 p. 131.

‖) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur la puissance calorifique de la lumière de la Lune in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 541–544. Vergl. auch wegen der hiſtoriſchen Angaben den Jahresbericht der phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Berlin Bd. II. S. 272. — Merkwürdig genug hat es mir immer geſchienen, daß von den früheſten Zeiten her, wo Wärme nur durch das Gefühl beſtimmt wurde, der Mond zuerſt die Idee erregt hat, daß Licht und Wärme getrennt gefunden werden könnten. Bei den Indern heißt im Sanskrit der Mond als König der Sterne der kalte ('sîtala, hima), auch der kaltſtrahlende (hima'su), während die Sonne mit ihren Strahlen den ein Schöpfer der Wärme (nidâghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen weſtliche Völker ein Geſicht zu erkennen glauben, ſtellen nach indiſcher Anſicht ein Reh oder einen Haſen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehträger (mrigâdhara) oder Haſenträger ('sa'sabhrit). Schütz, fünf Geſänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 19–23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Gedichte de facie quae in orbe Lunae apparet, Moralia ed. Wyttenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere, ſo daß uns nur ſchwache Reſte davon übrig kommen." In Macrobius (Comm. in Somnium Scipionis I, 19 ed. Lud. Janus 1848 p. 105) heißt es: „Lunae speculi instar lumen quo illustratur . . . . . remissum emittit, nullum tamen ad nos perferentem vigorem caloris: quia lucis radius, cum ad nos de corpore suo, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit; cum vero in lunare corpus infunditur et inde resplendet, solam retinet claritatem, non calorem." (Eben ſo Macrob. Saturnal. lib. VII cap. 16, ed. Bip. T. II. p. 277.)

etet, ist Erdenlicht im Monde, „der Wiederschein eines Wiederscheins.“ Je weniger r Mond für die Erde erleuchtet erscheint, desto mehr ist erleuchtend die Erde für den ond. Unser Planet bescheint aber den Mond 13½mal stärker, als der Mond seinerseits n erleuchtet; und dieser Schein ist hell genug, um durch abermalige Reflexion von s wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterscheidet in dem aschgrauen Lichte größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondland- aften; ja selbst dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über Hälfte erleuchtet ist*). Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergebenen von uito und Mexico werden diese Erscheinungen besonders auffallend. Seit Lambert und hröter ist die Meinung herrschend geworden, daß die so verschiedene Intensität des asch- auen Lichtes des Mondes von dem stärkeren oder schwächeren Reflex des Sonnenlichts rührt, das auf die Erdkugel fällt: je nachdem dasselbe von zusammenhangenden Con- ental-Massen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropischer Waldung und öden Felsbodens; er von großen oceanischen Flächen zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen ometensucher (14. Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Veränderung des chfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas ins Gelbe spielende Farbe gemacht. Der Mond, der damals senkrecht über dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner achtseite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden †) n Südamerika zusendeten.“

Der meteorologische Zustand unserer Atmosphäre modificirt diese Intensitäten des Erd- chts, welches den zwiefachen Weg von der Erde zum Monde und vom Monde zu unserem uge zurücklegen muß. „So werden wir,“ wie Arago ‡) bemerkt, „wenn einst besser photo- etrische Instrumente anzuwenden sind, in dem Monde gleichsam den mittleren Zu- tand der Diaphanität unserer Atmosphäre lesen können.“ Die erste richtige Erklärung on der Natur des aschfarbenen Lichts des Mondes schreibt Kepler (ad Vitellionem Para- pomena, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 254) seinem, von ihm hoch erehrten Lehrer Mästlin zu, welcher dieselbe 1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheil- gten Thesen vorgetragen hatte. Galilei sprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem re- ectirten Erdlichte als von einer Sache, die er seit mehreren Jahren selbst aufgefunden; er hundert Jahre vor Kepler und Galilei war die Erklärung des uns sichtbaren Erdlichts Monde dem allesumfassenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine ge vergessenen Manuscripte lieferten den Beweis davon ‖).

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond in überaus seltenen Fällen nzlich; so verschwand er nach Kepler's frühester Beobachtung ¶) am 9. December 1601; d in neuester Zeit, ohne selbst durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10. Juni

*) Mädler, Astr. § 112.

†) S. Lambert sur la lumière cendrée de la ne in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 6: „la Terre, vue des planètes, pourra paroître ne lumière verdâtre, à peu près comme Mars a paroît d'une couleur rougeâtre.“ Wir wollen am nicht mit dem scharfsinnigen Manne die Vermu- ng aufstellen, daß der Planet Mars mit einer rothen getation, wie mit rosenrothen Gebüschen der Bou- villaea (Humboldt, Ansichten der Natur Bd. S. 334) bedeckt sei. — „Wenn in Mittel-Europa Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgen- den am Osthimmel steht, so erhält er das Erdlicht rtsächlich von den großen Plateau-Flächen Asiens Afrikas. Steht der Mond aber nach dem Neu- nde Abends in Westen, so kann er nur den Reflex dem schmaleren amerikanischen Continent und haupt- blich von dem weiten Oceane in geringerer Menge em- gen.“ Wilhelm Beer und Mädler, der Mond seinen kosmischen Verhältnissen § 106 S. 152.

‡) Séance de l'Académie des Sciences le 5 Août 1833: „Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astre qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la *lumière cendrée* les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur *l'état moyen* de diaphanité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères, qui successivement concourent à la production de la lumière cendrée.“

‖) Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

¶) Kepler, Paralip. vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

1816 zu London. Ein eigener, nicht genugsam ergründeter Diaphanitäts-Zustand einiger Schichten unserer Atmosphäre muß die Ursach dieser so seltenen als sonderbaren Erscheinung sein. Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß in einer totalen Finsterniß (am 5. April 1642) der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war, und doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondscheibe spurlos verschwunden blieb. In anderen, ebenfalls sehr seltenen Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes schwach sichtbar. Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer totalen Verfinsterung roth, und zwar in allen Graden der Intensität der Farbe, ja, wenn der Mond weit von der Erde entfernt ist, bis in das Feuerrothe und Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben Jahrhunderte (29. März 1801), vor Anker an der Insel Baru unfern Cartagena de Indias lag und eine Total-Finsterniß beobachtete, war es mir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondscheibe unter dem Tropenhimmel erscheint als in meinem nördlichen Vaterlande*). Das ganze Phänomen ist bekanntlich eine Folge der Strahlenbrechung; da, wie Kepler sich sehr richtig ausdrückt (Paralip., Astron. pars optica p. 893), die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre der Erde inflectirt†) und in den Schattenkegel geworfen werden. Die geröthete oder glühende Scheibe ist übrigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen sich immer dunkler und dabei fortschreitend farbeändernd. Die Griechen hatten sich eine eigene, wundersame Theorie gebildet über die verschiedenen Farben, welche der verfinsterte Mond zeigen soll, je nachdem die Finsterniß zu anderen Stunden eintritt‡).

In dem langen Streite über die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit einer atmosphärischen Umhüllung des Mondes haben genaue Occultations-Beobachtungen erwiesen, daß keine Strahlenbrechung am Mondrande statt hat, und daß sich demnach die Schröter'schen Annahmen||) einer Mond-Atmosphäre und Mond-Dämmerung widerlegt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mond-Halbmessers, welche man einerseits aus direkter Messung, andererseits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixstern während der Bedeckung ableiten kann, lehrt, daß das Licht eines Fixsterns in dem Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mon-

*) „On conçoit, que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les infléchissant dans le cône d'ombre, mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipsée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvoie." Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. Arago bemerkt: „Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge? (Annuaire pour 1842 p. 528.)

†) Babinet erklärt die Röthung für eine Folge der Diffraction in einer Notiz über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Totalfinsterniß des Mondes vom 19. März 1848 in Moigno's Répertoire d'Optique moderne 1850 T. IV. p. 1656. „La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'éloigne de la propagation en ligne droite." Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von Magnus (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen Airy und Faraday), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen der Diffraction im Allgemeinen Arago im Annuaire pour 1846 p. 452–455.

‡) Plutarch (de facie in orbe Lunae), Moralia ed. Wyttenb. T. IV. p. 80–783: „Die feurige, fackelartig glimmende (ὡσφακτικός) Farbe des verfinsterten Mondes (um die Mitternachtsstunde) ist, wie die Mathematiker behaupten, schon des Wechsels wegen von Schwarz in Roth und Bläulich, keineswegs als eine der erdigen Oberfläche des Planeten eigenthümliche Beschaffenheit zu betrachten. Auch Dio Cassius (LX. 26; ed. Sturz T. III. p. 779), der sich ausführlich mit den Mondfinsternissen überhaupt, und mit merkwürdigen Edicten des Kaisers Claudius, welche die Dimension des verfinsterten Theiles vorhervorkündigten, viel beschäftigt, macht auf die so verschiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerksam. „Groß," sagt er (LXV. 11; T. IV. p. 184, Sturz), „ward die Verwirrung im Lager des Vespasian bei der in derselben Nacht eintretenden Finsterniß. Doch nicht sowohl die Finsterniß an sich, obgleich sie bei mangelnder Geistesruhe Unglück bedeutend erscheinen kann, als vielmehr der Umstand, daß der Mond in blutrother, schwarzer und anderen traurigen Farben spielte, erfüllte die Seele mit bangen Besorgnissen."

||) Schröter, selenotopographische Fragmente Th. I. 1791 S. 668, Th. II. 1802 S. 52.

des vorhanden, ſo müßte die zweite Beſtimmung den Halbmeſſer um das Doppelte derſelben kleiner ergeben als die erſte, wogegen aber bei mehrfachen Verſuchen beide Beſtimmungen ſo nahe übereinkommen, daß man keinen entſcheidenden Unterſchied je hat auffinden können *)." Der Eintritt von Sternen, welcher ſich beſonders ſcharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmälige Verminderung des Sternglanzes; eben ſo der Austritt oder das Wiedererſcheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Urſach in zufälligen Veränderungen unſerer Atmoſphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, ſo ſteigen dort bei Mangel alles diffuſen Lichtes die Geſtirne an einem faſt ſchwarzen Taghimmel empor †); keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Geſang und die Rede. Es iſt der Mond für unſere Phantaſie, die ſo gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überſchweift, eine lautloſe Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes ‡) kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden, welche bei der ſchmalen Mondſichel, wegen einer ſo verſchiedenen Intenſität des Lichtes im aſchfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, dieſen allerdings als jenen umfaſſend dem Auge erſcheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinſterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondſcheibe während der Conjunction deutlichſt kleben ſehen. Ob überhaupt die hier berührte Erſcheinung in der Empfindung und in phyſiologiſchen Urſachen ||), oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges ¶) gegründet ſei, iſt ein Gegenſtand der Discuſſion zwiſchen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verſchwinden und Wiedererſcheinen, und dann ein abermaliges Verſchwinden bei einer Occultation geſehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunſtalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterſchiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondſcheibe, und beſonders der Mangel ſcharfer Abgrenzung in den Mondphaſen an den inneren Rande gegen den aſchfarbenen Theil hin, erzeugten in der früheſten Zeit ſchon einige verſtändige Anſichten über die Unebenheiten der Oberfläche unſeres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber ſehr merkwürdigen Schrift vom Geſicht im Monde ſagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit dem ſeinigen Lemnos erreicht **)." Die Flecken bedecken ohngefähr $^2/_5$ der ganzen Scheibe. Mit bloßen Augen

---

*) Beſſel über eine angenommene Atmoſphäre des Mondes, in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 263 S. 416–420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago in Annuaire pour 1846 p. 346–353. Der ſo oft angeführte, von dem beſſeren oder ſchlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Geſtaltungen hergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel" iſt der unhaltbarſte von allen, wegen der ſtets wechſelnden Beſchaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unſerer eignen Atmoſphäre. Betrachtungen über die Geſtalt des einen Mondhornes bei der Sonnenfinſterniß am 5. Sept. 1793 hatten William Herſchel auch ſchon gegen die Annahme einer Mond-Atmoſphäre entſcheiden laſſen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV, p. 167).

†) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

‡) Sir John Herſchel (Outlines p. 247) macht aufmerkſam auf den Eintritt von ſolchen Doppelſternen, die wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen ſie beſtehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

||) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen 1842 S. 79–128, 193–232 und 415–443. „Die wahrſcheinliche Urſach der Irradiation iſt ein durch das Licht erregter Reiz, welcher ſich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt."

¶) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 713 und 883. „Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinés avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur les disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation."

**) Plut. Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 786–789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reiſende Pierre Belon geſehen (Observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die eherne Kuh auf dem Marktplatze der Stadt Myrine auf Lemnos.

sind unter günstigen Verhältnissen in der Stellung des Mondes bei der Heiterkeit unsrer Atmosphäre erkennbar: der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle Wallebene Grimaldi, das abgeschlossene Mare Crisium, der von vielen Bergrücken und Kratern umdrängte Tycho*). Nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist behauptet worden, daß es besonders der Anblick der Apenninen-Kette gewesen sei, welcher die Griechen veranlaßt habe die Mondflecken für Berge zu halten und dabei, wie eben bemerkt, des Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Solstitien die eherne Kuh auf Lemnos erreichte. Eine andere, sehr phantastische Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch bestrittene, des Agesianax, nach welcher die Mondscheibe, gleich einem Spiegel, die Gestalt und Umrisse unserer Continente und des äußeren (atlantischen) Meeres uns catoptrisch wiedergeben solle. Eine ganz ähnliche Meinung scheint in Vorder-Asien sich als Volksglaube noch erhalten zu haben †).

Durch die sorgfältige Anwendung großer Fernröhre ist es allmälig gelungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Opposition die halbe Seite des Erd-Satelliten sich ganz und auf einmal unseren Forschungen darstellt, so wissen wir von dem allgemeinen und bloß figürlichen Zusammenhang der Berggruppen im Monde mehr als von der Orographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Asien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach sind die dunkleren Theile der Scheibe die flächeren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Bezeichnung beider als Meer und Land ist aber längst aufgegeben; und es wurde schon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegensatzes bezweifelt. Als mit der Anwesenheit von Wasserflächen streitend wird hauptsächlich der Umstand angeführt, daß in den sogenannten Meeren des Mondes die kleinsten Theile sich bei genauer Untersuchung und sehr verschiedener Beleuchtung als völlig uneben, als polyedrisch und eben deshalb viel polarisirtes Licht gebend erweisen. Arago hat gegen die Gründe welche von den Unebenheiten hergenommen sind, erinnert: daß einige dieser Flächen trotz der Unebenheiten doch einem mit Wasser bedeckten, nicht allzu tiefen Meeresboden zugehören könnten, da auf unserem Planeten der unebene, klippenvolle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab gesehen, (wegen des Uebergewichts des aus der Tiefe aufsteigenden Lichtes über die Intensität desjenigen, welches die Oberfläche des Meeres zurückstrahlt) deutlich gesehen werde (Annuaire du Bureau des Longit. pour 1836 p. 339 bis 343). In den bald erscheinenden Werken meines Freundes, seiner Astronomie und Phy-

---

*) Zeugnisse für die Sichtbarkeit dieser vier Gegenstände s. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt ist: von denen der zweite, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entrissen wurde. Zur leichteren Orientirung ist das schöne Uebersichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837, also 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern bestehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

†) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726–729 Wyttenb. Diese Stelle ist zugleich nicht ohne Interesse für die alte Geographie; s. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten s. Anaxagoras und Democritus in Plut. de plac. Philos. II, 25; Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433–443. (Nach einer sehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaxagoras selbst, der „den bergreichen Mond eine andere Erde" nennt, eine Zeichnung der Mondscheibe entworfen; vergl. auch Origines, Philosophumena cap. 8, ed. Müller 1851 p. 14.) — Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten Perser aus Ispahan, welcher gewiß nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypothese des Agesianax von der Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde sehen," sagte der Perser, „sind wir selbst; es ist die Form unserer Erde." Einer der Interlocutoren des Plutarchischen Mond-Gespräches würde sich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und wasserleeren Monde Menschen als Bewohner gedacht werden könnten, so würde sich ihnen an dem fast schwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als uns, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte, und zwar immer an derselben Stelle darbieten. Die stets wechselnden Verdeckungen und Trübungen unserer Atmosphäre würden aber dem geographischen Studium eher hinderlich sein und die Umrisse der Continente verwischen. Vergl. Mädler's Astr. S. 169 und John Herschel, Outlines § 436.

kometrie, wird die wahrscheinliche Abwesenheit des Wassers auf unserem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optischen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden sich die größeren Flächen in dem nördlichen und östlichen Theile. Die meiste Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht scharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung stehend und inselförmige Berglandschaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpathen) umgebend: bildet dieser östliche, dunklere Theil der Mondscheibe den entschiedensten Gegensatz zu der lichtstrahlenderen südwestlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt sind *). In der nordwestlichen Region zeigen sich zwei mehr geschlossene und isolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadr. Meilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.).

Die Farbe dieser sogenannten Meere ist nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermischt, das Mare Serenitatis und Mare Humorum sind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercynischen Gebirge zeigt dagegen die isolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben so Palus Somnii. Ringflächen ohne Centralberge haben meist eine dunkel stahlgraue, ins Bläuliche spielende Farbe. Die Ursachen dieser so verschiedenen Farbentöne des felsigen Erdreichs oder anderer lockerer Stoffe, die es bedecken, sind überaus räthselhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordwestlichen Rande, die drei dunkelsten Stellen der ganzen Mondscheibe sind; so ist Aristarch mit seinen in der Nachtseite bisweilen fast sternartig leuchtenden Punkten die hellste und glänzendste derselben. Alle diese Abwechselungen von Schatten und Licht affiziren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter starker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargestellt. Ich besitze selbst ein solches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmesser, in welchem man die sogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es ist von einem ausgezeichneten Künstler, Herrn Whipple zu Boston, angefertigt.

Wenn nun schon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend ist; so wiederholt sich dieselbe noch mehr, ja fast allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondscheibe: besonders in der Gestaltung der ungeheuren Gebirgsmassen, welche die südliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Masse in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach Lohrmann über tausend Quadratmeilen) bilden zusammenhangende Reihen, und zwar in der Meridian-Richtung, zwischen 5° und 40° südlicher Breite †). Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweise nur in sehr geringem Maaße diese zusammengedrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem westlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwischen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zusammhangende Gruppe. Dem Nordpol selbst nahet sich bis auf wenige Grade das Mare Frigoris; und es bietet derselbe dadurch, wie der ganze ebene nordöstliche Raum, bloß einige isolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Aristarch, Copernicus und Kepler) umschließend, einen großen Contrast mit dem ganz gebirgigen Südpol. An diesem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichsten Sinne des Worts, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es sind wahre Lichtinseln, die schon bei schwacher Vergrößerung erkannt werden ‡).

Als Ausnahmen von diesem, auf dem Monde so allgemein herrschenden Typus kreis- und ringförmiger Gestaltung treten wirkliche Gebirgsketten fast in der Mitte der nörd-

*) Beer und Mädler S. 273.
†) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.
‡) Mädler, Astr. S. 166.

lichen Mondhälfte (Apenninen, Kaukasus und Alpen) auf. Sie ziehen sich von Süden gegen Norden, in einen flachen Bogen etwas westlich gekrümmt, durch fast 32 Breitengrade. Zahllose Bergrücken und zum Theil überaus spitze Gipfel drängen sich hier zusammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Callipus) sind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Gestaltung unserer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Kaukasus und den Apenninen des Mondes nachstehen, bieten ein wunderbar breites Querthal, das die Kette von SO gegen NW durchschneidet, dar. Es ist von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pics von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmessern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Resultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchsten Gipfel nur 600 Toisen niedriger als die der Erde sind, die Mondberge $\frac{1}{454}$ die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{1481}$ des planetarischen Durchmessers betragen*). Unter den 1005 bereits gemessenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toisen) und 6 höher als 18000 Pariser Fuß. Die Messungen geschehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Bestimmung des Abstandes der in der Nachtseite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der ersten Methode bediente sich schon Galilei, wie aus seinem Briefe an den Pater Grienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's sorgfältigen Bergmessungen mittelst der Länge der Schatten sind die Culminationspunkte des Mondes in absteigender Folge am Südrande, dem Pole sehr nahe, Dörfel und Leibnitz, 3800 Toisen; das Ringgebirge Newton, wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdscheibe, beschienen wird, 3727 Toisen; Casatus östlich von Newton 3569 T.; Calippus in der Kaukasus-Kette 3190 T.; die Apenninen zwischen 2800 und 3000 T. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abstandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unserem Planeten die Meeresfläche darbietet) die absoluten Höhen nicht streng unter einander zu vergleichen sind, da die hier gegebenen 6 numerischen Resultate eigentlich nur Unterschiede der Gipfel von den nächsten sie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken †). Auffallend ist es immer, daß Galilei die höchsten Mondgebirge ebenfalls „incirca miglia quatro," also ohngefähr 1 geogr. Meile (3800 T.), schätzte und sie nach dem Maaß seiner hypsometrischen Kenntnisse für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthselhafte Erscheinung, welche die Oberfläche unseres Satelliten darbietet, und welche nur optisch einen Licht-Reflex, nicht hypsometrisch eine Höhenverschiedenheit betrifft, sind die schmalen Lichtstreifen, die in schräger Beleuchtung verschwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegensatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Systeme am sichtbarsten werden. Sie sind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intensität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftausend Fuß. Das ausgedehnteste dieser Strahlen-Systeme geht von Tycho aus, wo man mehr als hundert, meistens einige Meilen breite, Lichtstreifen unterscheiden kann. Aehnliche Systeme, welche den Aristarch, Kepler, Copernicus und die Karpathen umgeben, stehen fast alle in Zusammenhang unter einander. Es ist schwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche specielle Veränderung die

*) Höchster Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde, Kinchin-junga, nach Waugh's neuerer Messung 4406 Toisen oder 28178 englische Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchster Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toisen (genau eine geogr. Meile); Durchmesser des Mondes 454, der der Erde 1718 geogr. Meilen: woraus folgt für den Mond $\frac{1}{454}$, für die Erde $\frac{1}{1481}$.

†) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toisen übersteigen, Beer und Mädler S. 99, 125, 234, 242, [illegible] und 331.

Bodens dieſe leuchtenden, von gewiſſen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehr erwähnte, auf der Mondſcheibe faſt überall herrſchende Typus kreisförmiger Geſtaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umſchließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern, deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh ſchon veranlaſſen eine ſolche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere, „der Wirkung unterirdiſcher Feuer und elaſtiſcher, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blaſen" zuzuſchreiben. Verſuche mit verdickten ſiedenden Kalk-Auflöſungen ſchienen ihm ſeine Anſicht zu beſtätigen; und die Umwallungen mit ihren Centralbergen wurden damals ſchon mit „den Formen des Aetna, des Pics von Teneriffa, des Hekla und der von Gage beſchriebenen Vulkane von Mexico" verglichen*).

Den Galilei hatte, wie er ſelbſt erzählt, eine ringförmige Wallebene des Mondes, wahrſcheinlich ihrer Größe wegen, an die Geſtaltung ganzer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine Stelle aufgefunden†), in der er jene ringförmigen Wallebenen des Mondes mit dem großen geſchloſſenen Becken von Böhmen vergleicht. Mehrere der Wallebenen ſind in der That nicht viel kleiner; denn ſie haben einen Durchmeſſer von 25 bis 30 geogr. Meilen‡). Dagegen überſchreiten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmeſſer kaum 2 bis 3 Meilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein Krater, welcher zu der leuchtenden Mondlandſchaft des Ariſtarch gehört, ſoll in der Breite gar nur 300 Toiſen Durchmeſſer darbieten, genau die Hälfte des von mir trigonometriſch gemeſſenen Kraters von Rucu-Pichincha im Hochlande von Quito.

Indem wir hier bei Vergleichungen mit uns wohlbekannten irdiſchen Naturerſcheinungen und Größenverhältniſſen verweilen, iſt es nöthig zu bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und Ringgebirge des Mondes zunächſt als Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erſcheinungen im Sinne der Annahme von Leopold von Buch zu betrachten ſind. Was wir nach europäiſchem Maaßſtabe groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von Rocca Monſina, Palma, Teneriffa und Santorin; verſchwindet freilich gegen Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes. Palma giebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves neuer Meſſung 5200, Teneriffa höchſtens 7600 Toiſen Durchmeſſer: alſo nur $^1/_8$ oder $^1/_6$ der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes. Die kleinen Krater des Pics von Teneriffa und Veſuvs (drei- bis vierhundert Fuß im Durchmeſſer) würden kaum durch Fernröhre geſehen werden können. Die bei weitem größere Zahl der Ringgebirge hat keinen Centralberg; und wo er ſich findet, wird er als domförmig oder flach (Hevelius, Macrobius), nicht als Eruptions-Kegel mit Oeffnung, beſchrieben‖). Der brennenden Vulkane, die man in der Nachtſeite des Mondes geſehen haben will (4. Mai 1783); der Lichter-

---

*) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242–246. „These seem to me to have been the effects of some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower." Hooke ſagt von ſeinem Verſuche mit boiling alabaster: daß „presently ceasing to boil, the whole surface will appear all over covered with small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the body of the Moon divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations."

†) Kosmos Buch II. S. 352 Anm. *).

‡) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmeſſer.

‖) Eine Ausnahme ſollen machen Arzachel und Hercules: der erſte mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seitenkrater. Dieſe geognoſtiſch wichtigen Punkte verdienen neue Unterſuchung mit vollkommneren Inſtrumenten. (Schröter, ſelenotopographiſche Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaſtrömen, die ſich in tiefen Punkten anhäufen, iſt bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Ariſtoteles nach 3 Richtungen ausgehen, ſind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

ſcheinungen im Plato, welche Bianchini (16. Aug. 1725) und Short (22. April 1751) beobachteten: erwähnen wir hier nur in hiſtoriſchem Intereſſe, da die Quellen der Täuſchung längſt ergründet ſind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts liegen, welches gewiſſe Theile der Oberfläche unſeres Planeten auf die aſchfarbene Nachtſeite des Mondes werfen*).

Man hat ſchon mehrmals und ſo gewiß mit Recht darauf aufmerkſam gemacht, daß bei dem Mangel von Waſſer auf dem Monde (auch die Rillen, ſehr ſchmale, meiſt geradlinige Vertiefungen†), ſind keine Flüſſe) wir uns die Oberfläche deſſelben ohngefähr ſo beſchaffen vorſtellen müſſen, wie es die Erde in ihrem primitiven, älteſten Zuſtande geweſen iſt: als dieſelbe noch unbedeckt war von muſchelreichen Flözſchichten, wie von Geröll und Schuttland, das durch die fortſchaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden iſt. Sonnen- und Erdfluthen fehlen natürlich da, wo das flüſſige Element mangelt; kaum ſchwache Ueberdeckungen von zerſtörten Reibungs-Conglomeraten ſind denkbar. In unſeren, auf Spaltöffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmälig auch an, partielle Gruppirungen von Höhen, gleichſam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erſcheinen, wenn dieſelbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verſchiedenheit ſeiner Phaſen und durch den ſchnelleren Wechſel ſeiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend den Menſchen und (vornehmlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes†). Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinſchaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unſere Oceane, das Flüſſige auf der Erde; verändert allmälig durch periodiſche Anſchwellung der Oberfläche und die zerſtörenden Wirkungen der Fluth den Umriß der

---

*) A. a. O. S. 151; Arago im Annuaire pour 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, Schriften der phyſiſchen Geographie 1839 S. 393–402.) Einer ähnlichen Täuſchung wie die vermeintlichen, uns ſichtbaren vulkaniſchen Ausbrüche im Monde gehören an, nach neueren gründlicheren Unterſuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entſtehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, selenotopogr. Fragm. Th. I, S. 412–523, Th. II. S. 268 bis 272. — Die Frage: welches die kleinſten Gegenſtände ſeien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zuſtande der angewandten Inſtrumente noch gemeſſen werden können? iſt im allgemeinen ſchwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinſon über das herrliche Spiegelteleſcop von Lord Roſſe erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards.) Mädler rechnet, daß in ſeinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Secunden meßbar waren: was, unter gewiſſen Vorausſetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenſtandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugehören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerkſam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müſſe, um ſichtbar und meßbar zu ſein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimenſionen (Flächen-Ausdehnungen) dieſes Monumens, ſelbſt im Anfangspunkte kaum $^1/_9$ Secunde breit und alſo unſichtbar ſein. (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 264.) Arago erinnert, daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die ohnedies nicht mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben ſo erſcheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

†) Die Rillen ſind nicht häufig, höchſtens 30 Meilen lang; bisweilen gegabelt (Gaſſendi, ſelten derartig (Triesnecker); immer leuchtend; nicht ganz über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landſchaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder ſchmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

†) S. meinen Aufſatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den Anſichten der Natur (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte ſie nicht Vorſchläge nennen) zu einem perpetuirlichen Mondſcheine (Exposition du Système du Monde 1824 p. 232) haben in dem Mém. von Liouville sur un cas particulier du problème des trois corps eine Widerlegung gefunden. „Quelques partisans des causes finales," ſagt Laplace, „ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été eclipsée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil." Liouville findet dagegen: „que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court."

Küsten; hindert oder begünstigt die Arbeit des Menschen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem sich Sandsteine und Conglomerate bilden, welche dann wiederum von den abgerundeten, losen Geschieben des Schuttlandes bedeckt sind*). So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognostischen Verhältnisse unseres Planeten zu wirken. Der unbestreitbare†) Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wässrige Niederschläge und Wolkenzerstreuung wird in dem letzten, rein tellurischen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmesser des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmessers (trotz seines schon beträchtlicheren Abstandes von der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahnen 0,0932168: unter den alten Planeten nächst dem Merkur die stärkste, und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetste zu Kepler's großer Entdeckung der planetarischen elliptischen Bahnen. Rotation‡) nach Mädler und Wilhelm Beer 24St 37′ 23″. Siderische Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17St 30′ 41″. Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator ist 24° 44′ 24″, die Masse $\frac{1}{3093807}$, die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Enckischen Cometen dazu benutzt worden ist die Masse des Merkur zu ergründen, so wird auch die Masse des Mars einst durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet von de Vico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (sonderbar genug) der große Königsberger Astronom dauernd bezweifelte, ist zuerst von William Herschel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieser Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrscht. Sie wurde angegeben von William Herschel zu $\frac{1}{10}$; nach Arago's genauerer Messung‖) mit einem prismatischen Fernrohr von Rochon nur: zuerst (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{38,8}$; in späterer Messung (1847) zu $\frac{1}{32}$; doch ist Arago geneigt, die Abplattung noch für etwas größer zu halten.

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognostische Verhältnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert, so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken, von denen

*) On the transporting power of Tides s. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

†) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157–206. Die Hauptgewährsmänner sind: Scheibler (Untersuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unserer Atmosphäre 1830 S. 20), Flaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265–283, und in Kästner's Archiv f. die ges. Naturlehre Bd. XVII. 1829 S. 32–50) und Eisenlohr (Poggend. Annalen der Physik Bd. XXXV. 1835 S. 141–160 und 309–329). — Sir John Herschel hält es für sehr wahrscheinlich, daß auf dem Monde eine sehr hohe Temperatur herrsche (weit über dem Siedepunkt des Wassers), da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgesetzt sei. Der Mond müsse daher in der Opposition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maaße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden: aber diese Wärme, von einem Körper ausströmend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körpers sei (below the temperature of ignition) könne nicht die Erdfläche erreichen, indem sie in den oberen Schichten unseres Luftkreises absorbirt und verbraucht werde, wo sie sichtbares Gewölk in durchsichtigen Dampf verwandle." Die Erscheinung der schnellen Wolkenzerstreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkendecke wird von Sir John Herschel „als eine meteorologische Thatsache" betrachtet, „die (setzt er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem sehr allgemeinen Glauben spanischer Seefahrer in den amerikanischen Tropenmeeren bekräftigt sei." S. Report of the fifteenth meeting of the British Association for the advancement of Science 1846, notices p. 5; und Outlines of Astronomy p. 261.

‡) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß des Sonnensystems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832; Mädler, Astronomie 1849 S. 206. Die erste und beträchtliche Verbesserung der Rotationszeit, welche Dominique Cassini 24St 40′ gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herschel (zwischen 1777 und 1781), welche 24St 39′21″,7 gaben. Kunowsky fand 1821 24St 36′ 40″, sehr nahe dem Mädler'schen Resultate. Cassini's älteste Beobachtung der Rotation eines Marsfleckens (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) scheint bald nach dem Jahre 1670 gewesen zu sein; aber in der sehr seltenen Abhandlung: Kern, Diss. de scintillatione stellarum, Wittenb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiters-Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Pater Aegidius Franciscus de Cottignez, Astronomen des Collegio Romano."

‖) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's sehr unvollkommene Messungen der Durchmesser der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur $\frac{1}{30}$.

einige schwärzlich, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth*), und von der grünlichen Contrast-Farbe sogenannter Seen†) umgeben sind; erscheinen auf der Marsscheibe noch, sei es an den Polen, welche die Rotations-Achse bestimmt, sei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechselnd zwei weiße, schneeglänzende Flecken‡). Es sind dieselben schon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen auf dem Planeten ist erst von Herschel dem Vater in dem 74sten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beschrieben worden. Die weißen Flecken werden wechselsweise größer oder kleiner, je nachdem ein Pol sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert. Arago hat in seinem Polariscop die Intensität des Lichtes dieser Schnee-Zone des Mars gemessen, und dieselbe zweimal größer als die Lichtstärke der übrigen Scheibe gefunden. In den physikalisch-astronomischen Beiträgen von Mädler und Beer sind vortreffliche graphische Darstellungen‖) der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; und diese merkwürdige, im ganzen Planetensystem einzige Erscheinung ist darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der kräftigen Wirkung des Polar Sommers auf den wegschmelzenden Schnee durch Messungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten selbst ihre Gestalt und relative Lage constant beibehalten. Die periodische Erzeugung von Schneeflecken, als meteorischen, von Temperatur-Wechsel abhängigen Niederschlägen; und einige optische Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, sobald sie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen die Existenz einer Mars-Atmosphäre mehr als wahrscheinlich.

Die Kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewissermaßen zwischen Mars und Jupiter eine scheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unsres Sonnengebietes bildet, haben wir schon in den allgemeinen Betrachtungen¶) über planetarische Körper die Gruppen der Kleinen Planeten (Asteroiden, Planetoiden, Coplaneten, teleskopischen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieselbe den abweichendsten Charakter durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und übermäßig excentrischen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmesser der Vesta selbst nicht den 4ten Theil des Durchmessers des Merkur zu erreichen scheint. Als der erste Band des Kosmos 1845 erschien, waren nur 4 der Kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1. Jan. 1801 bis 29. März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) ist die Zahl der Planeten schon auf 14 ange-

*) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.
†) Sir John Herschel, Outlines § 510.
‡) Beer und Mädler a. a. O. S. 117–125.
‖) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 192.
¶) Kosmos Buch III. S. 549–550. Vergl. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 426 und 460; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Asteroiden (Aërolithen) S. 432; über Kepler's Vermuthung der Existenz eines Planeten in der großen planetarischen Kluft zwischen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weise die Entdeckung des ersten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 439–444 und Anm. 31–33 S. 483. Der bittere Tadel, welchen man gegen einen hochgeachteten Philosophen ausgesprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung allerdings seit 5 Monaten hätte kennen können, sie aber nicht kannte, nicht sowohl die Wahrscheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwischen Mars und Jupiter liege:" scheint mir wenig gerecht. Hegel in seiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten Dissertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abstande der Planeten; und indem er die Reihung anführt, von der Plato im Timäus (pag. 35 Steph.) spricht: 1. 2. 3. 4. 9. 8. 27. ... (vergl. Kosmos Buch III. S. 553 Anm. †), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er sagt bloß: „Quae series, *si verior naturae ordo sit*, quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet." Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 25, und Hegel's Leben von Rosenkranz 1844 S. 134.) — Kant in seiner geistreichen Naturgeschichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch seine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars Schuld sei. Er erwähnt nur einmal und auf eine sehr unbestimmte Weise „der Ringe der Sonnensystems, die weit von einander abstehen und zwischen denen man die Zwischentheile noch nicht entdeckt hat." (Immanuel Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 195).

wachſen; ſie ſind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetariſchen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Syſteme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreiſen), und auf die jenſeits des Saturn und Uranus in den fernſten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; ſo bietet jetzt ſeit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und beſonders ſeit dem beabſichtigten Auffinden der Aſträa durch Hencke, wie ſeit der großen Vervollkommnung von Sternkarten*) (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweiſe bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichſte, vielleicht unerſchöpfliche Feld für aſtronomiſche Arbeitſamkeit dar. Es iſt ein beſonderes Verdienſt des Aſtronomiſchen Jahrbuch's, das in meiner Vaterſtadt von Encke, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachſenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz beſonderer Vollſtändigkeit behandelt werden. Bisher erſcheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meiſten gefüllt; aber ſchon die Breite dieſer gemeſſenen Zone iſt, „wenn man den Unterſchied der Radien-Vectoren in der nächſten Sonnennähe (Victoria) und der weiteſten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-Abſtand des Mars †).

Die Excentricitäten der Bahnen, von denen Ceres, Egeria und Veſta die kleinſte, Juno, Pallas und Iris die größte haben, ſind, wie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas (34° 37′) und Egeria (16° 33′) bis Hygiea (3° 47′) abnimmt, bereits oben ‡) berührt worden. Es folgt hier eingeſchaltet die tabellariſche Ueberſicht der Elemente der kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, Herrn Dr. Galle, verdanke.

---

*) Ueber den Einfluß vervollkommneter Sternkarten auf Entdeckung der kleinen Planeten ſ. Kosmos Buch III. S. 155 und 156.

†) D'Arreſt über das Syſtem der kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter 1851 S. 8.

‡) Kosmos Buch III. S. 549 und 563.

Elemente der 14 Kleinen Planeten, für die Zeiten ihrer Opposition in der Nähe des Jahres 1851.

	Flora	Victoria	Vesta	Iris	Metis	Hebe	Parthenope	Asträa	Egeria	Irene	Juno	Ceres	Pallas	Hygiea
E	1852 März 24	1850 Oct. 0	1851 Juni 9	1851 Oct. 1	1851 Februar 8	1851 Juli 12	1851 Oct. 22,0	1851 April 29,5	1852 März 15,0	1851 Juli 1,0	1851 Juni 11,5	1851 Dec. 30,0	1851 Nov. 5,0	1851 Sept. 28,5
L	174° 45′	342° 18′	256° 38′	18° 36′	126° 28′	311° 39′	17° 51′	197° 37′	162° 29′	234° 15′	276° 0′	105° 33′	72° 35′	356° 45′
π	32 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228 2
Ω	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	80 49	172 45	287 38
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 3	10 37	34 37	3 47
μ	1086″,04	994″,51	977″,90	963″,03	962″,58	939″,65	926″,22	857″,50	854″,96	853″,77	813″,88	770″,75	768″,43	634″,24
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7673	2,7729	3,1514
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12229	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,10092
U	1193☌	1303☌	1325☌	1346☌	1346☌	1379☌	1399☌	1511☌	1516☌	1518☌	1592☌	1681☌	1687☌	2043☌

Es bedeutet: E die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π die Länge des Perihels, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche siderische Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die siderische Umlaufszeit in Tagen.—Die Längen beziehen sich auf das Aequinoctium der Epoche.

as gegenseitige Verhalten der Asteroiden-Bahnen und die Aufzählung der einzelnen npaare ist der Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen zuerst (1848) von Gould *), neuerlich von d'Arrest geworden. „Es scheint," sagt der Letztere, „am meisten für die e Verbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, wenn man sich Bahnen in ihren natürlichen Verhältnissen körperlich wie Reifen dargestellt denkt, sie dergestalt in einander hangen, daß man vermittelst einer beliebigen die ganze Gruppe usheben könnte. Wäre Iris, welche Hind im August 1847 auffand, uns zufällig noch kannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in jener Region es sind, so bestände die ppe aus zwei gesonderten Theilen: — ein Ergebniß, das um so unerwarteter erscheinen als die Zone weit ist, welche diese Bahnen im Sonnensysteme erfüllen †)."

ir können diesen wundersamen Planetenschwarm nicht verlassen, ohne in dieser fragarischen Aufzählung der einzelnen Glieder des Sonnengebietes der kühnen Ansicht vielbegabten, tiefforschenden Astronomen über den Ursprung der Asteroiden und ihrer der durchschneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen von Gauß enes Ergebniß, daß Ceres bei ihrem aufsteigenden Durchgang durch die Ebene der sbahn diesem letzteren Planeten überaus nahe kommt, leitete Olbers auf die Verung: „es könnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines einzigen, durch d eine Naturkraft zerstörten, vormals die weite Lücke zwischen Mars und Jupiter ausden, großen Hauptplaneten sein; und man habe in derselben Region einen Zuwachs ihnlichen Trümmern, die eine elliptische Bahn um die Sonne beschreiben, zu erwarten ‡). e Möglichkeit, die Epoche einer solchen Weltbegebenheit, welche zugleich die e der Entstehung der Kleinen Planeten sein soll, durch Rechnung zu bestimmen, bleibt er Verwickelung, welche die jetzt schon bekannte große Zahl der „Trümmer," die Se-Verrückungen der Apsiden und die Bewegung der Knotenlinien erzeugen, auch anrungsweise mehr als zweifelhaft ||). Olbers bezeichnete die Gegend der Knotenlinie eres- und Pallasbahn als entsprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau dem Gestirne des Wallfisches. In letzterem wurde allerdings von Harding die o, kaum zwei Jahre nach der Entdeckung des Pallas, aber zufällig, bei Construction Sterncatalogs, gefunden; in ersterem, nach langem, fünfjährigem, durch die Hypogeleiteten Suchen, von Olbers selbst die Vesta. Ob diese einzelnen Erfolge hinlänglind die Hypothese zu begründen, ist hier nicht der Ort zu entscheiden. Die Cometen-, in die man anfangs die Kleinen Planeten gehüllt wähnte, sind bei Untersuchungen vollkommnere Instrumente verschwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen die en Planeten ausgesetzt sein sollten, schrieb Olbers ihrer unregelmäßigen Figur, als chstücke eines einigen zerstörten Planeten" ¶), zu.

Jupiter.

ie mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in Theilen des Erd-Abstandom Centralkörper. Der wahre mittlere Durchmesser dieses größten aller Planeten 294 geogr. Meilen: also gleich 11,255 Erd-Durchmessern, ohngefähr um 1/9 länger er Durchmesser des ferneren Saturn. Siderischer Umlauf um die Sonne 11ᵃ 314ᵗ 2′ 7″.

ie Abplattung des Jupiters ist nach den prismatischen Micrometer-Messungen von e, welche 1824 in die Exposition du Système du Monde (p. 38) übergegangen sind,

---

Benjamin Abthorp Gould (jetzt zu Cambridge, achusetts, Verein. St.), Untersuchungen über die eitige Lage der Bahnen zwischen Mars und Ju-1848 S. 9–12.

D'Arrest a. a. O. S. 30.

Zach, monatl. Corresp. Bd. VI. S. 88.

Gauß a. a. O. Bd. XXVI. S. 299.

Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Academy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentarischen Ueberresten wieder herzustellen. Er findet demselben einen Durchmesser größer als Mars (von mehr als 1080 geogr. Meilen), und die langsamste aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von 57½ Stunden. Rep. of the British Assoc. 1850 p. XXXV.

wie 167 : 177, also $\frac{1}{17,7}$; was sehr nahe mit der späteren Arbeit (1839) von Beer und Mädler*) übereinstimmt, welche die Abplattung zwischen $\frac{1}{18,7}$ und $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hansen und Sir John Herschel ziehen $\frac{1}{14}$ vor. Die allerfrüheste Beobachtung der Abplattung von Dominique Cassini ist älter als das Jahr 1666, wie ich schon an einem anderen Orte in Erinnerung gebracht. Dieser Umstand hat eine besondere historische Wichtigkeit wegen des Einflusses, welchen nach Sir David Brewster's scharfsinniger Bemerkung die von Cassini erkannte Abplattung auf Newton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Principia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeitepochen, in denen diese Principia und Cassini's Beobachtung über den Aequatorial- und Polar-Durchmesser des Jupiter erschienen, konnten chronologische Zweifel erregen †).

Da die Jupitersmasse, nach der Sonnenmasse, das wichtigste Element für das ganze Planetensystem ist, so muß ihre genauere Bestimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Vesta, wie durch Elongation der Jupiterstrabanten, besonders des 4ten ‡) nach Airy (1834), als eine der folgereichsten Vervollkommnungen der rechnenden Astronomie betrachtet werden. Die Masse des Jupiter ist vergrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. Es ist die erstere sammt der Masse der vier Jupitersstrabanten $\frac{1}{1047,879}$, während sie Laplace noch zu $\frac{1}{1067,09}$ angab ||).

Die Rotation des Jupiter ist nach Airy 9St 55′ 21″,3 mittlerer Sonnenzeit. Dominique Cassini hatte dieselbe zuerst 1665 durch einen Flecken, welcher viele Jahre, ja bis 1691, immer von gleicher Farbe und in gleichem Umriß sichtbar war ¶), zwischen 9^h 55′ und 9^h 56′ gefunden. Die meisten dieser Flecken sind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie scheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören, da sie bisweilen, besonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial-Gegend gegeben haben. Nach einem sehr erfahrenen Beobachter, Heinrich Schwabe in Dessau, sind die dunklen, schärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hintereinander von den beiden, den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem südlichen, bald dem nördlichen ausschließend eigenthümlich gewesen. Der Proceß der Fleckenbildung ist also räumlich wechselnd. Bisweilen (ebenfalls nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) sind die Jupitersflecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunhofer'schen Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Ihre Schwärze ist aber dann doch geringer als die der Trabanten-Schatten. Der Kern ist wahrscheinlich ein Theil des Jupiterskörpers selbst; und wenn die atmosphärische Oeffnung über demselben Punkte stehen bleibt, so giebt die Bewegung des Fleckens die wahre Rotation. Sie theilen sich auch bisweilen wie Sonnenflecken, was schon Dominique Cassini im Jahr 1665 erkannte.

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptstreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blasser werden und endlich ganz verschwinden. Ihre Begrenzungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geschieden. Auch gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit vielen schmaleren, blasseren, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Diese Erscheinungen," sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man eine durch Wolkenschichten

*) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß der himml. Körper S. 104–106. Aeltere und unsichrere Beobachtungen von Hussey gaben sogar $\frac{1}{24}$. Laplace (Syst. du Monde p. 266) findet theoretisch bei zunehmender Dichte der Schichten zwischen $\frac{1}{14}$ und $\frac{3}{16}$.

†) Newton's unsterbliches Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica erschien schon im Mai 1687, und die Schriften der Pariser Akademie enthalten die Anzeige von Cassini's Bestimmung der Abplattung ($\frac{1}{15}$) erst im Jahr 1691: so daß Newton, der allerdings die Pendel-Versuche zu Cayenne von Richer aus der 1679 gedruckten Reise kennen konnte, die Gestalt des Jupiter durch mündlichen Bericht und in damals so regsame briefliche Correspondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Vorgens nur scheinbar frühe Kenntniß der Richer'schen Pendel-Beobachtungen Kosmos Buch I. S. 63 Anm. ‡) und Buch II. S. 381 Anm. ‡).

‡) Airy in den Mem. of the royal Astron. Soc. Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

||) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 261).

¶) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 734.

theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrscheinlich als Folge der Passatwinde, dunstleer und diaphan ist. Weil (wie schon William Herschel in einer Abhandlung annahm, welche im Jahr 1793 in dem 83sten Bande der Philosophical Transactions erschien) die Wolken-Oberfläche ein intensiveres Licht reflectirt als die Oberfläche des Planeten; so muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft sehen, minderes Licht haben (dunkler erscheinen) als die, vieles Licht zurückstrahlenden Wolkenschichten. Deshalb wechseln graue (dunkle) und helle Streifen mit einander; die ersteren erscheinen, wenn unter kleinen Winkeln der Visions-Radius des Beobachters schief gegen den Rand des Jupiter gerichtet ist, durch eine größere, dickere Masse und mehr Licht reflectirende Luftschichten gesehen, um so weniger dunkel gefärbt, als sie sich vom Centrum des Planeten entfernen *)."

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit ist die richtige Ansicht entstanden, daß das untergeordnete Planetensystem des Jupiter, vielen Verhältnissen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des Sonnensystems im Kleinen darbiete. Diese, damals schnell verbreitete Ansicht, wie die bald darauf entdeckten Phasen der Venus (Februar 1610) haben viel dazu beigetragen dem copernicanischen Systeme allgemeineren Eingang zu verschaffen. Die Vierzahl der Trabanten des Jupiter ist die einzige Trabantenzahl der äußeren Hauptplaneten, welche (seit der Epoche der ersten Entdeckung †) durch Simon Marius, am 29. December 1609) in fast drittehalbhundert Jahren keine neuere Entdeckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hansen die siderischen Umlaufszeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernungen, im Halbmesser des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchmesser in geographischen Meilen und ihre Massen als Theile der Jupitermasse:

Satelliten	Umlaufszeit	Entfernung vom Jupiter	Durchmesser in geogr. Meilen	Masse
1	1T 18St 28′	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

Wenn $\frac{1}{1047,879}$ die Masse des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, so ist die Masse des Hauptplaneten ohne die Trabanten, $\frac{1}{1048,059}$, nur um etwa $\frac{1}{6000}$ kleiner.

Die Vergleichungen der Größen, Abstände und Excentricität mit anderen Satelliten-Systemen sind bereits oben (Kosmos Buch III. S. 566 und 567) gegeben worden. Die Licht-Intensität der Jupiterstrabanten ist verschiedenartig und nicht ihrem Volum proportional: da der Regel nach der dritte und der erste, deren Größen-Ver-

*) „On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes a mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-a-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphére de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. À mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable." (Aus Arago's Vorträgen über Astronomie 1841.)

†) Kosmos Buch II. S. 363 und Anm. und 364.

hältniß nach dem Durchmesser wie 8 : 5 ist, am hellsten erscheinen. Der kleinste und lichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den lichtschwächsten zu nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intensität, die auch bemerkt werden, sind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmosphäre der Jupitersmonde zugeschrieben worden *). Sie scheinen übrigens wohl alle ein intensiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht, und die Satelliten also, sich von Osten nach Westen bewegend, scheinbar in den östlichen Rand des Jupiter eintreten; so verdecken sie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden schon bei nicht starker Vergrößerung erkannt, indem sie sich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um so schwieriger, je mehr er sich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieser, früh bemerkten Erscheinung hat schon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geschlossen, daß gegen den Rand hin die Jupitersscheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß diese, von Messier wiederholt Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erst durch neue und feinere Beobachtungen gelöst werden können. Jupiter ist ohne alle Satelliten gesehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herschel am 23. Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27. Sept. 1843. Eine solche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht sich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersscheibe, und steht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinstert werden können.

Saturn.

Die siderische oder wahre Umlaufszeit des Saturn ist 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16′ 32″. Sein mittlerer Durchmesser ist 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmessern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geschlossen †), ist 10ᵀ 29′ 17″. Einer so großen Geschwindigkeit der Umdrehung um die Achse entspricht die starke Abplattung. William Herschel bestimmte sie schon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Bessel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinstimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmesser zu 15″,381; den Aequatorial-Durchmesser zu 17″,053; also eine Abplattung ‡) von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen, die aber weniger sichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter sind. Der constanteste derselben ist ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf diesen folgen mehrere andere, aber mit wechselnden Formen, was auf einen atmosphärischen Ursprung deutet. William Herschel hat sie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; sie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche

*) Sir John Herschel, Outlines p. 540.

†) Die frühesten, sorgfältigen Beobachtungen von William Herschel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn 10ʰ 16′ 44″. Mit Unrecht ist dem großen Weltweisen Immanuel Kant zugeschrieben worden, er habe in seiner geistreichen allgemeinen Naturgeschichte des Himmels 40 Jahre vor Herschel nach theoretischen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, ist 6ʰ 23′ 53″. Er nennt seine Bestimmung „die mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung erwartet." Diese Bestätigung des Geahndeten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{3}{5}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derselben Schrift gesagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten." Die erste dieser Ringzahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten (10ʰ 29′ 17″) zufällig nahe. Vergl. Kant, sämmtliche Werke I), VI 1839 S. 135 und 140.

‡) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 43) schätzt die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur, nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller und zu dazu mit sehr verschiedenen Fernröhren angestellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand, ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deuten sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre *).

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $\frac{1}{5}$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{70}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere †). Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen anerkannten ‡) Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11. November, Dawes bei Maidstone in England am 25. November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmesser des inneren (zweiten) Ringes erhält man 34″,47; für den inneren Durchmesser desselben Ringes 26″,67. Den Zwischenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, setzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des ersten und zweiten Ringes ist 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den ersten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Cassini gesehene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht 23 Meilen übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{18}$ der Saturnsmasse. Sie bieten einzelne Erhöhungen ||) und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unsichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe zu Dessau im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Saturn. Der Saturnsring ist nicht concentrisch mit

---

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

†) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

‡) Kosmos Buch II. S. 364. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

||) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegeltelescop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

der Kugel selbst, sondern Saturn liegt im Ringe etwas westlich. Diese Beobachtung ist von Harding, Struve*), John Herschel und South (theilweise durch micrometrische Messungen) bestätigt worden. Kleine, periodisch scheinende Verschiedenheiten in der Quantität der Excentricität, die sich aus Reihen correspondirender Beobachtungen von Schwabe, Harding und de Vico in Rom ergeben, sind vielleicht in Oscillationen des Schwerpunkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegründet. Auffallend ist, daß schon am Ende des 17ten Jahrhunderts ein Geistlicher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg versucht hat, die Astronomen seiner Zeit auf die excentrische Lage des Saturn aufmerksam zu machen†). Bei der so überaus geringen und nach der Oberfläche abnehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{1}{8}$ der Dichtigkeit des Wassers) ist es schwer, sich eine Vorstellung von dem Molecular-Zustande oder der materiellen Beschaffenheit des Planetenkörpers zu machen; oder gar zu entscheiden, ob diese Beschaffenheit wirkliche Flüssigkeit, d. h. Verschiebbarkeit der kleinsten Theile, oder Starrheit (nach der so oft angeführten Analogie von Tannenholz, Bimestein, Kork oder eines erstarrten Flüssigen, des Eises) voraussetze. Der Astronom der Krusenstern'schen Expedition, Horner, nennt den Saturnring einen Wolkenzug; er will, daß die Berge des Saturn aus Dampfmassen und Dunstbläschen bestehen‡). Die Conjectural-Astronomie treibt hier ein freies und erlaubtes Spiel. Ganz anderer Art sind die ernsten, auf Beobachtung und analytischen Calcul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabilität des Saturnsringes von zwei ausgezeichneten amerikanischen Astronomen, Bond und Peirce||). Beide stimmen für das Resultat der Flüssigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Gestalt und Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen ist von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten abhängig betrachtet worden: weil ohne diese Abhängigkeit, auch bei Ungleichheiten im Ringe, sich das Gleichgewicht nicht würde erhalten können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf ältesten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwischen den Jahren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abstande, von Huygens; und 4 von Cassini, nämlich: Japetus, der äußerste aller; Rhea, Tethys und Dione). Auf die 5 ältesten Satelliten folgte 1789 die Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächsten stehenden, Mimas und Enceladus, durch William Herschel. Der 7te Satellit, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abstande, wurde von Bond zu Cambridge (Verein. St.) und von Lassell zu Liverpool im Sept. 1848 fast gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe und Verhältnisse der Abstände in diesem Partial-Systeme ist schon früher verhandelt (Kosmos Buch I. S. 46 und Buch III. S. 566). Die Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen des Aequatorial-Halbmessers des Saturn ausgedrückt, sind nach den Beobachtungen, die Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung¶) zwischen 1835 und 1837 angestellt, folgende:

---

*) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schum. Astr. Nachrichten No. 139 S. 389.

†) Man liest in den Actis Eruditorum pro anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eccl. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni *non exacte annuli medium* obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli propius videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore obscuritate.

‡) Horner in Gehler's neuem physik. Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

||) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 V. II. p. 16. „The Ring consists of a stream or streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary." Vergl. auch Silliman's Amer. Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; auch über die Unebenheiten des Ringes, wie über störende und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herschel, Outlines p. 329.

¶) Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope p. 414–429; auch in den Outlines of Astr. p. 550, und über die Größe der Abstände § 550.

in die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deuten sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre *).

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $\frac{4}{5}$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{75}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere †). Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen anerkannten ‡) Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Metz (mit 14zölligem Objective) am 11. November, Dawes bei Maidstone in England am 25. November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten eher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmesser des inneren (zweiten) Ringes hält man 34″,47; für den inneren Durchmesser desselben Ringes 26″,67. Den Zwischenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, setzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des ersten und zweiten Ringes ist 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den ersten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Cassini ersehene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht 23 Meilen übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{11}$ der Saturnsmasse. Sie bieten einzelne Erhöhungen ||) und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unsichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe zu Dessau im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Saturn. Der Saturnsring ist nicht concentrisch mit

---

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

†) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußern und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

‡) Kosmos Buch II. S. 364. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

||) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegeltelescop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

hältniß nach dem Durchmesser wie 8 : 5 ist, am hellsten erscheinen. Der kleinste und dichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den lichtschwächsten zu nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intensität, die auch bemerkt werden, sind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmosphäre der Jupitersmonde zugeschrieben worden *). Sie scheinen übrigens wohl alle ein intensiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht, und die Satelliten also, sich von Osten nach Westen bewegend, scheinbar in den östlichen Rand des Jupiter eintreten; so verdecken sie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden schon bei nicht starker Vergrößerung erkannt, indem sie sich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um so schwieriger, je mehr er sich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieser, früh bemerkten Erscheinung hat schon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geschlossen, daß gegen den Rand hin die Jupitersscheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß diese, von Messier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erst durch neue und feinere Beobachtungen gelöst werden können. Jupiter ist ohne alle Satelliten gesehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herschel am 23. Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27. Sept. 1843. Eine solche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht sich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersscheibe, und steht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinstert werden können.

Saturn.

Die siderische oder wahre Umlaufszeit des Saturn ist 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16′ 32″. Sein mittlerer Durchmesser ist 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmessern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geschlossen †), ist 10ᴴ 29′ 17″. Einer so großen Geschwindigkeit der Umdrehung um die Achse entspricht die starke Abplattung. William Herschel bestimmte sie schon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Bessel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinstimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmesser zu 15″,381; den Aequatorial-Durchmesser zu 17″,053; also eine Abplattung ‡) von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls dandartige Streifen, die aber weniger sichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter sind. Der constanteste derselben ist ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf diesen folgen mehrere andere, aber mit wechselnden Formen, was auf einen atmosphärischen Ursprung deutet. William Herschel hat sie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; sie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche

*) Sir John Herschel, Outlines p. 540.

†) Die frühesten, sorgfältigen Beobachtungen von William Herschel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn 10ʰ 16′ 44″. Mit Unrecht ist dem großen Weltweisen Immanuel Kant zugeschrieben worden, er habe in seiner geistreichen allgemeinen Naturgeschichte des Himmels 40 Jahre vor Herschel nach theoretischen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, ist 6ʰ 23′ 53″. Er nennt seine Bestimmung „die mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung erwartet." Diese Bestätigung des Geahndeten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{3}{5}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden offenbart. Von dem *Ringe* des Saturn wird in derselben Schrift gesagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten." Die erste dieser Ringzahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten (10ʰ 29′ 17″) zufällig nahe. Vergl. Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 135 und 140.

‡) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 4) schätzt die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur, nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller und oft dazu mit sehr verschiedenen Fernröhren angestellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand, ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deuten sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre *).

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $\frac{4}{5}$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere †). Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen anerkannten ‡) Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11. November, Dawes bei Maidstone in England am 25. November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmesser des inneren (zweiten) Ringes erhält man 34″,47; für den inneren Durchmesser desselben Ringes 26″,67. Den Zwischenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, setzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des ersten und zweiten Ringes ist 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den ersten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Cassini gesehene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht 23 Meilen übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{18}$ der Saturnsmasse. Sie bieten einzelne Erhöhungen ‖) und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unsichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe zu Dessau im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Saturn. Der Saturnsring ist nicht concentrisch mit

---

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

†) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

‡) Kosmos Buch II. S. 364. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

‖) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegeltelescop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

daſſelbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um ſo lebhafteres Intereſſe dar, als ſie durch die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden Zuſtand des höheren mathematiſchen Wiſſens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Exiſtenz eines Ringes bis jetzt ſich nur ein einziges Mal darbietet, und ſeine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entſtehung und Bildung einer materiellen loſen Umgürtung von dem Zuſammentreffen eigener, ſchwer zu erfüllender Bedingniſſe abhängt; ſo iſt dagegen die Exiſtenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um ſo allgemeinere Erſcheinung. Laſſell erkannte ſchon Anfangs Auguſt 1847 mit Sicherheit*) den erſten Neptunstrabanten in ſeinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struve†) zu Pulkowa (11. Sept. bis 20. Dec. 1847) und Bond‡), der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16. Sept. 1847) beſtätigten Laſſell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufszeit des Neptunstrabanten zu $5^{T}\,21^{St}\,7'$, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu $34°\,7'$, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. Meilen, die Maſſe zu $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre ſpäter (14. Auguſt 1850) entdeckte Laſſell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte||). Dieſe letzte Entdeckung iſt, glaube ich, bisher nicht von andern Beobachtern beſtätigt worden.

III.

Die Cometen.

Die Cometen, welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäiſchen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodiſch aufſteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgeſonderte Gruppe

---

der Aſtronomie zum Gegenſtande einer am 28. Febr. 1840 gehaltenen) öffentlichen Vorleſung gewählt. Das Publikum weiß keinen Unterſchied zwiſchen beiden; ſeine Anſicht war alſo zu berichtigen. Die Nachweiſung der Entwicklung der aſtronomiſchen Kenntniſſe aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir noch keineswegs behaupten können, unſere Theorie erkläre alle Bewegungen der Planeten. Die Beweiſe davon gab der Uranus, deſſen alte Beobachtungen gar nicht in Elemente paſſen, welche ſich an die ſpäteren von 1783 bis 1820 anſchließen. Ich glaube Ihnen ſchon einmal geſagt zu haben, daß ich viel hierüber gearbeitet habe; allein dadurch nicht weiter gekommen bin als zu der Sicherheit, daß die vorhandene Theorie, oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unſerer Kenntniß vorhandene Sonnenſyſtem nicht hinreicht, das Räthſel des Uranus zu löſen. Indeſſen darf man es deshalb, meiner Meinung nach, nicht als unauflösbar betrachten. Zuerſt müſſen wir genau und vollſtändig wiſſen, was von dem Uranus beobachtet iſt. Ich habe durch einen meiner jungen Zuhörer, Flemming, alle Beobachtungen reduciren und vergleichen laſſen, und damit liegen mir nun die vorhandenen Thatſachen vollſtändig vor. So wie die alten Beobachtungen nicht in die Theorie paſſen, ſo paſſen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt iſt der Fehler ſchon wieder eine ganze Minute, und wächſt jährlich um 7" bis 8", ſo daß er bald viel größer ſein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde, wo man die Auflöſung des Räthſels, vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, deſſen Elemente aus ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn beſtätigt werden könnten. Daß dieſe Zeit ſchon vorhanden ſei, bin ich weit entfernt geweſen zu ſagen; allein verſuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatſachen führen können. Es iſt dieſes eine Arbeit, die mich ſeit ſo vielen Jahren begleitet, und derentwegen ich ſo viele verſchiedene Anſichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt, und daher ſo bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Zutrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin er berufen iſt, dieſelbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortſetzen wird. Glücklich iſt es meiner Anſicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorleſungen verpflichtet iſt. Es wird auch ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines beſtimmten Zweckes wegen anſtellen muß; dann ſoll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, ſo wenig ihm jetzt ſchon die Geſchicklichkeit fehlt."

*) Der erſte Brief, in welchem Laſſell die Entdeckung ankündigte, war vom 6. Auguſt 1847 (Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 611 S. 165).

†) Otto Struve in den Aſtron. Nachr. No. 628. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete Auguſt Struve in Dorpat die Bahn des erſten Neptunstrabanten.

‡) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

||) Schum. Aſtr. Nachr. No. 729 S. 143.

von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht blos durch ihre Excentricität, und, was noch wesentlicher ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestaltung, eine Wandelbarkeit der Umrisse dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Encke unser Sonnensystem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeschlossenen Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstande von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Weltkörper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide“*). Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, sind Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen von Biela vorgegangen ist. Gewisse Aehnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt†) über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden herge-

*) „Vermittelst einer Reihe von Zwischengliedern,“ sagt Immanuel Kant, „werden jenseit Saturn sich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und so die letztere Gattung mit der ersteren zusammenhangen. Das Gesetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreise sich in Verhältniß ihres Abstandes von der Sonne verhält, unterstützt diese Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abstande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Bestimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erste Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturn, durchschnitte. — Auch durch die Größe der planetarischen Massen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unsere Theorie von der mechanischen Bildung der Himmelskörper klärlich erwiesen.“ Kant, Naturgesch. des Himmels (1755) in den sämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptstückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur gesprochen, welche Saturn abgelegt habe.

†) Stephen Alexander „on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin,“ in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterscheidet mit Hind (Schum. Astr. Nachr. No. 724) „the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance, or semi-axes, is somewhat less than that of Uranus.“ Er schließt die erste Abhandlung mit dem Resultate: „Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse, if not an actual collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose orbits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846 which are fragments of the dissevered comet.“

und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10,7}$ und $\frac{1}{9,2}$ zu fallen scheinen *). Daß die anfangs vermuthten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus," sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1ste und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wiedergesehen worden der 1ste, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6. Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegelteleskops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München und Lassel in Liverpool. Der 1ste Satellit des Uranus wurde von Lassell (14. Sept. bis 9. Nov. 1847) und von Otto Struve (8. Oct. bis 10. Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1. Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit †). Die hier zusammengestellten Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie von neuem zu der Vorsicht anregen, sogenannten negativen Beweisen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier ‡). Es ist, wie Encke sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindung selbst ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von Bremiker begünstigt worden ||).

*) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577–579.)

†) Vergl. für die Beobachtungen von Lassell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43–47 und 135–139, auch Schum. Astr. Nachr. No. 623 S. 365.

‡) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Geschichte der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft. zu Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 17.

||) Astron. Nachr. No. 580.

Wenn unter den Abständen der äußeren Planeten von der Sonne der Abstand des Saturn (9,53) faſt doppelt ſo groß als der des Jupiter (5,20), der Abſtand des Uranus (19,18) aber mehr als das Doppelte von dem des Saturn iſt; ſo fehlen dagegen dem Neptun (30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abſtände noch volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von ſeinem Sonnen-Abſtande. Die planetariſche Grenze iſt dermalen 621 Millionen geographiſcher Meilen von dem Centralkörper entfernt; durch die Entdeckung des Neptun iſt der Markſtein unſeres planetariſchen Wiſſens um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abſtände der Sonne von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störungen erkennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden ſo allmälig andere und andere Planeten entdeckt werden, bis dieſe wegen ihrer Entfernung aufhören unſren Fernröhren ſichtbar zu ſein *).

Nach den neueſten Beſtimmungen iſt die Umlaufszeit des Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, und ſeine halbe große Axe 30,03628. Die Excentricität ſeiner Bahn, nächſt der der Venus die kleinſte, iſt 0,00871946; ſeine Maſſe $\frac{1}{14446}$; ſein ſcheinbarer Durchmeſſer nach Encke und Galle 2″,70, nach Challis ſogar 3″,07: endlich die Dichtigkeit im Verhältniß zu der der Erde zu 0,230, alſo größer als die des Uranus (0,178), giebt †).

Dem Neptun wurde bald nach der erſten Entdeckung durch Galle, von Laſſel und Challis ein Ring zugeſchrieben. Der Erſtere hatte eine Vergrößerung von 567mal angewandt, und verſucht die große Neigung des Ringes gegen die Ekliptik zu beſtimmen; aber ſpätere Unterſuchungen haben bei Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Vorſicht kaum in dieſem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des ſo ausgezeichneten und ſcharfſinnigen engliſchen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die hiſtoriſchen Thatſachen, welche ſich auf dieſe Arbeiten und auf Le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehen, ſind in zwei Schriften: von dem Astronomer royal Airy und von Bernard Lindenau, umſtändlich, parthellos und nach ſicheren Quellen entwickelt worden ‡). Geiſtige Beſtrebungen, faſt gleichzeitig auf

---

*) Le Verrier, Recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

†) Das ſehr wichtige Element der Maſſe des Neptun iſt allmälig gewachſen von $\frac{1}{20897}$ nach Adams, $\frac{1}{19540}$ nach Peirce, $\frac{1}{19400}$ nach Bond und $\frac{1}{18780}$ nach John Herſchel, $\frac{1}{15480}$ nach Laſſell auf $\frac{1}{14446}$ nach Otto und Auguſt Struve. Das letzte, Pulkowaer Reſultat iſt in den Text aufgenommen worden.

‡) Airy in den Monthly Notices of the Royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121–152; Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Geſch. der Neptuns-Entdeckung S. 1–32 und 235–238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an, die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebniſſe ſeiner Unterſuchung legte er dem Inſtitut am 10. Nov. 1845, am 1. Juni, 31. Aug. und 5. Oct. 1846 vor, und veröffentlichte zugleich dieſelben; die größte und wichtigſte Arbeit Le Verrier's, welche die Auflöſung des ganzen Problems enthält, erſchien aber in der Connaissance des temps pour l'an 1849. Adams legte, ohne etwas dem Druck zu übergeben, die erſten Reſultate, die er für den ſtörenden Planeten erhalten hatte, im September 1845 dem Prof. Challis, und mit einiger Abänderung im October deſſelben Jahres dem Astronomer royal vor, ohne etwas zu veröffentlichen. Der letztere empfing mit neuen Correctionen, welche ſich auf eine Verminderung des Abſtandes bezogen, die letzten Reſultate von Adams im Anfange des Septembers 1846. Der junge Geometer von Cambridge drückt ſich über die chronologiſche Folge von Arbeiten, welche auf einen und denſelben großen Zweck gerichtet waren, mit ſo viel edler Beſcheidenheit als Selbſtverläugnung aus: „I mention these earlier dates merely to show, that my results were arrived at independently and previously to the publication of M. Le Verrier, and not with the intention of interfering with his just claims to the honors of the discovery; for there is no doubt that his researches were first published to the world, and led to the actual discovery of the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above cannot detract, in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier."

Da in der Geſchichte der Entdeckung des Neptun oft von einem Antheil geredet worden iſt, welchen der große Königsberger Aſtronom früh an der, ſchon von Alexis Bouvard (dem Verfaſſer der Uranustafeln) im Jahr 1834 geäußerten Hoffnung „von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbekannten Planeten" genommen habe; ſo iſt es vielleicht vielen Leſern des Kosmos angenehm, wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen Beſſel mir unter dem 8. Mai 1840 (alſo zwei Jahre vor ſeinem Geſpräche mit Sir John Herſchel bei dem Beſuche zu Collingwood) geſchrieben hat: „Sie verlangen Nachricht von dem Planeten jenſeits des Uranus. Ich könnte wohl auf Freunde in Königsberg verweiſen, die aus Mißverſtändniß mehr davon zu wiſſen glauben als ich ſelbſt. Ich hatte die Entwickelung des Zuſammenhanges zwiſchen den aſtronomiſchen Beobachtungen und

daſſelbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um ſo lebhafteres Intereſſe dar, als ſie durch die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden Zuſtand des höheren mathematiſchen Wiſſens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Exiſtenz eines Ringes bis jetzt ſich nur ein einziges Mal darbietet, und ſeine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entſtehung und Bildung einer materiellen loſen Umgürtung von dem Zuſammentreffen eigener, ſchwer zu erfüllender Bedingniſſe abhängt; ſo iſt dagegen die Exiſtenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um ſo allgemeinere Erſcheinung. Laſſell erkannte ſchon Anfangs Auguſt 1847 mit Sicherheit*) den erſten Neptunstrabanten in ſeinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struve†) zu Pulkowa (11. Sept. bis 20. Dec. 1847) und Bond‡), der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16. Sept. 1847) beſtätigten Laſſell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufszeit des Neptunstrabanten zu 5☿ 21☉ 7′, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu 34° 7′, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. Meilen, die Maſſe zu $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre ſpäter (14. Auguſt 1850) entdeckte Laſſell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte‖). Dieſe letzte Entdeckung iſt, glaube ich, bisher nicht von andern Beobachtern beſtätigt worden.

III.

Die Cometen.

Die Cometen, welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäiſchen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodiſch aufſteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgeſonderte Gruppe

---

der Aſtronomie zum Gegenſtande einer am 28. Febr. 1840 gehaltenen) öffentlichen Vorleſung gewählt. Das Publikum weiß keinen Unterſchied zwiſchen beiden; ſeine Anſicht war alſo zu berichtigen. Die Nachweiſung der Entwicklung der aſtronomiſchen Kenntniſſe aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir noch keineswegs behaupten können, unſere Theorie erkläre alle Bewegungen der Planeten. Die Beweiſe davon gab der Uranus, deſſen alte Beobachtungen gar nicht in Elemente paſſen, welche ſich an die ſpäteren von 1783 bis 1820 anſchließen. Ich glaube Ihnen ſchon einmal geſagt zu haben, daß ich viel hierüber gearbeitet habe; allein dadurch nicht weiter gekommen bin als zu der Sicherheit, daß die vorhandene Theorie, oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unſerer Kenntniß vorhandene Sonnenſyſtem nicht hinreicht, das Räthſel des Uranus zu löſen. Indeſſen darf man es deshalb, meiner Meinung nach, nicht als unauflösbar betrachten. Zuerſt müſſen wir genau und vollſtändig wiſſen, was von dem Uranus beobachtet iſt. Ich habe durch einen meiner jungen Zuhörer, Flemming, alle Beobachtungen reduciren und vergleichen laſſen, und damit liegen mir nun die vorhandenen Thatſachen vollſtändig vor. So wie die alten Beobachtungen nicht in die Theorie paſſen, ſo paſſen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt iſt der Fehler ſchon wieder eine ganze Minute, und wächſt jährlich um 7″ bis 8″, ſo daß er bald viel größer ſein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde, wo man die Auflöſung des Räthſels, vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, deſſen Elemente aus ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn beſtätigt werden könnten. Daß dieſe Zeit ſchon vorhanden ſei, bin ich weit entfernt geweſen zu ſagen; allein verſuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatſachen führen können. Es iſt dieſes eine Arbeit, die mich ſeit ſo vielen Jahren begleitet, und derentwegen ich ſo viele verſchiedene Anſichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt, und daher ſo bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Zutrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin er berufen iſt, dieſelbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortſetzen wird. Glücklich iſt es meiner Anſicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorleſungen verpflichtet iſt. Es wird auf ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines beſtimmten Zweckes wegen anſtellen muß; dann ſoll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, ſo wenig ihm jetzt ſchon die Geſchicklichkeit fehlt."

*) Der erſte Brief, in welchem Laſſell die Entdeckung ankündigte, war vom 6. Auguſt 1847 (Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 611 S. 165).

†) Otto Struve in den Aſtron. Nachr. No. 621. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete Auguſt Struve in Dorpat die Bahn des erſten Neptunstrabanten.

‡) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

‖) Schum. Aſtr. Nachr. No. 729 S. 143.

von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht blos durch ihre Excentricität, und, was noch wesentlicher ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestaltung, eine Wandelbarkeit der Umrisse dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Encke unser Sonnensystem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeschlossenen Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstande von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Weltkörper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide" *). Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, sind Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen von Biela vorgegangen ist. Gewisse Aehnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt †) über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden herge-

*) „Vermittelst einer Reihe von Zwischengliedern," sagt Immanuel Kant, „werden jenseit Saturn sich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und so die letztere Gattung mit der ersteren zusammenhangen. Das Gesetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreise sich in Verhältniß ihres Abstandes von der Sonne verhält, unterstützt diese Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abstande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Bestimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erste Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturn, durchschnitte. — Auch durch die Größe der planetarischen Massen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unsere Theorie von der mechanischen Bildung der Himmelskörper klärlich erwiesen." Kant, Naturgesch. des Himmels (1755) in den sämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptstückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur gesprochen, welche Saturn abgelegt habe.

†) Stephen Alexander „on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin," in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterscheidet mit Hind (Schum. Astr. Nachr. No. 724) „the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance, or semi-axes, is somewhat less than that of Uranus." Er schließt die erste Abhandlung mit dem Resultate: „Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse, if not an actual collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose orbits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846 which are fragments of the dissevered comet."

haben. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob die wundersamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unseres Continents bedeckten, Folge einer solchen Vermischung gewesen sind?*)

Während die Quantität der strahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in so großer Sonnennähe empfingen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennspiegels verglichen wird†); will ein mir lange befreundeter, hochverdienter Astronom‡), daß „alle Cometen ohne festen Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, sondern nur die Temperatur des Weltraums ||) haben. Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erscheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten, so scheint es schwer, bei dem dermaligen Zustande unserer physikalischen Gedankenverbindungen nicht in der Sonne selbst Processe anzunehmen, welche gleichzeitig durch Aetherschwingungen (Wellen verschiedener Länge) strahlendes Licht und strahlende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinsterung des Mondes durch einen Cometen im Jahr 1454, welche der erste Uebersetzer des byzantinischen Schriftstellers Georg Phranza, der Jesuit Pontanus, in einer Münchner Handschrift glaubte aufgefunden zu haben, ist lange in vielen astronomischen Schriften gedacht worden. Dieser Durchgang eines Cometen zwischen Erde und Mond im Jahr 1454 ist eben so irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von 1770. Das Chronicon der Phranza ist vollständig zum erstenmal zu Wien 1796 erschienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Weltjahr 6962, während daß sich eine Mondfinsterniß ereignete, ganz *auf die gewöhnliche Weise nach der Ordnung und der Kreisbahn der himmlischen Lichter* ein Comet, einem Nebel ähnlich, erschien, *und dem Monde nahe kam*. Das Weltjahr (= 1450) ist irrig, da Phranza bestimmt sagt, die Mondfinsterniß und der Comet seien *nach* der Einnahme von Constantinopel (19. Mai 1453) gesehen worden, und eine Mondfinsterniß wirklich am 12. Mai 1454 eintraf. (S. Jacobs in Zach's monatl. Corresp. Bd. XXIII. 1811 S. 196–202.)

Das Verhältniß des Lexell'schen Cometen zu den Jupitersmonden; die Störungen, die er durch sie erlitten, ohne auf ihre Umlaufszeiten einzuwirken (Kosmos Buch I. S. 53): sind von Le Verrier genauer untersucht worden. Messier entdeckte diesen merkwürdigen Cometen als einen schwachen Nebelfleck im Schützen am 14. Juni 1770; aber 8 Tage später leuchtete sein Kern schon als ein Stern *zweiter Größe*. Vor dem Perihel war kein Schweif sichtbar, nach demselben entwickelte sich derselbe durch geringe Ausströmungen kaum bis 1° Länge. Lexell fand seinem Cometen eine elliptische Bahn und die Umlaufszeit von 5,585 Jahren, was Burckhardt in seiner vortrefflichen Preisschrift von 1806 bestätigte. Nach Clausen hat er sich (den 1. Juli 1770) bis auf 363 Erd-Halbmesser (311000 geogr. Meilen oder 6 Mondfernen) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März 1776) und nicht später (October 1781) gesehen wurde, ist, nach Lexell's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande der Mécanique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersystems bei den Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analytisch dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypothese über die Bahn des Cometen derselbe 1779 durch die Kreise der Satelliten durchgegangen sei, nach einer anderen von dem 4ten Satelliten nach außen weit entfernt blieb¶).

Der Molecular-Zustand des so selten begrenzten Kopfes oder Kernes wie der des Schweifes der Cometen ist um so räthselhafter, als derselbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und als durch Arago's wichtige Entdeckung (Kosmos Buch I. S. 50, und Anmerkungen) in dem Cometenlichte ein Antheil von *polarisirtem*, also von reflectirtem Sonnenlichte

*) Arago im Annuaire pour 1832 p. 236–255.
†) Sir John Herschel, Outlines § 592.
‡) Bernhard von Lindenau in Schum. Astr. Nachr. No. 698 S. 25.
||) Kosmos Buch III. S. 405–465.
¶) Le Verrier in den Comptes rendus T. XIX. 1844 p. 982–993.

Epoche war das 16te Jahrhundert mit 23 ſolchen Cometen. Das 17te zählte 12, war nur 2 in ſeiner erſten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erſchienen bloß 8, aber n in den erſten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter dieſen waren die ſchön- e von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten ſind mehrmals 30 Jahre verfloſſen, ohne daß man ein einziges Mal ſolches Schauſpiel genießen konnte. heinbar cometenarmen Jahre mögen indeſſen doch reich an großen Cometen ſein, Perihel jenſeit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der teleſcopiſchen Co- werden jetzt im Durchſchnitt in jedem Jahre wenigſtens 2 bis 3 entdeckt. In drei inander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis Meſſier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So ſcheint ſich Kepler's Aus- über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren. nicht geringer Wichtigkeit iſt die ſo ſorgfältig aufgezeichnete Liſte der in China er- nen Cometen, welche Eduard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt t hat. Sie reicht bis über die Gründung der ioniſchen Schule des Thales und des en Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abſchnitten den Ort der Cometen von 613 n vor unſerer Zeitrechnung bis 1222 nach derſelben, und dann von 1222 bis 1644; riode, in welcher die Dynaſtie der Ming herrſchte. Ich wiederhole hier (ſ. Kosmos I. S. 47 Anm. *): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis Ende ten Jahrhunderts nach ausſchließlich chineſiſchen Beobachtungen hat berechnen müſ- le Berechnung der Halley'ſchen Cometen bei ſeinem Erſcheinen im Jahr 1456 die ometen-Berechnung war nach den ausſchließlich europäiſchen Beobachtungen, und nach denen des Regiomontanus. Dieſen letzteren folgten abermals bei einem Wie- heinen des Halley'ſchen Cometen die ſehr genauen des Apianus zu Ingolſtadt im des Jahres 1531. In die Zwiſchenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikaniſche raſiliſche Entdeckungsreiſen berühmt gewordener, prachtvoll glänzender Comet*), der allen Signor Astone, die große Asta, genannt wurde. In den chineſiſchen chtungen hat, durch Gleichheit der Elemente, Laugier†) eine ſiebente Erſcheinung alley'ſchen Cometen (die von 1378) erkannt: ſo wie auch der von Galle‡) am 6. entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identiſch zu ſein ſcheint. Auch ericaner knüpften in ihren Jahrbüchern Begebenheiten an Cometen und andere els-Beobachtungen. Ich habe den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicani- Handſchrift von Le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des peuples nes de l'Amérique habe abbilden laſſen, ſonderbar genug, nur in dem chineſiſchen en-Regiſter als im December deſſelben Jahres beobachtet erkannt‖). Die Mexicaner ihn in ihre Regiſter eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den Küſten von uz (Chalchiuhcuecan) zum erſten Male erſchien.

der Geſtaltung, der Form-, Licht- und Farben-Aenderung der Cometen, den Aus-

---

1845
1847

9 Com.

im 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Api- rolomo Fracaſtoro, Landgraf Wilhelm IV. von Mäſtlin und Tycho) erſchienene, dem unbewaff- ge ſichtbare Cometen ſind hier aufgezählt wor- von Pingré beſchriebene, nämlich: 1500, 1505, 12, 1514, 1516, 1518, 1521, 1522 und 1530; e Cometen von 1531, 1532, 1533, 1556, 1558, 77, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596. ſt der „böſartige" Comet, welchem in Sturm ffbruch der Tod des berühmten portugieſiſchen es Bartholomäus Diaz, als er mit Cabral von nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung ſe- eſchrieben ward; Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80 (Souſa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

†) Laugier in der Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 99. Vergl. auch Edouard Biot, Recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. O. p. 70–84.

‡) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen ſ. Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XVII. S. 188.

‖) S. meine Vues des Cordillères (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281–282. Die Mexicaner hatten auch eine ſehr richtige Anſicht von der Urſach der Sonnenfin- ſterniß. Dieſelbe mexicaniſche Handſchrift, wenigſtens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie ſie faſt ganz von der Mondſcheibe verdeckt wird, und wie Sterne dabei ſichtbar werden.

strömungen am Kopfe, welche zurückgebeugt *) den Schweif bilden, habe ich nach den Beobachtungen von Heinsius (1744), Bessel, Struve und Sir John Herschel umständlich im Naturgemälde (Kosmos Buch I. S. 47–51) gehandelt. Außer dem prachtvollen Cometen von 1843, der in Chihuahua (NW-Amerika) von Bowring von 9 Uhr Morgens bis Sonnen-Untergang wie ein kleines weißes Gewölk, in Parma von Amici am nahen Mittag 1° 23′ östlich von der Sonne †) gesehen werden konnte, ist auch in der neuesten

*) Diese Entstehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Bessel so viel beschäftigt hat, war schon Newton's und Winthrop's Ansicht (vergl. Newton, Princip. p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 140 fig. 5). Der Schweif, meint Newton, entwickele sich der Sonne nahe am stärksten und längsten, weil die Himmelsluft (was wir mit Encke das widerstehende Mittel nennen) dort am dichtesten sei, und die particulae caudae, stark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufsteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupteffect erst etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton festgestellten Gesetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodischer Wärme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima sich verspäten.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung ist von Amici dem Sohne.

‡) Ueber den Cometen von 1843, der mit beispiellosem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erschien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächsten gekommen ist, s. alles gesammelt in Sir John Herschel's Outlines of Astronomy §§ 589–597, und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen physiognomischer Aehnlichkeiten, deren Unsicherheit aber schon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwickelt hat, wurde er anfänglich für identisch mit den Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Kosmos Buch I. S. 69 und Anm. *); Galle in Olbers Cometenbahnen No. 42 und 50.) Boguslawski (Schum. Astr. Nachr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß seine früheren Erscheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja, er nennt ihn den Cometen des Aristoteles, „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Helleniſten Thierſch in München für einen Cometen hält, dessen in den Meteorologicis des Aristoteles Buch I cap. 6 Erwähnung geschieht." Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Aristoteles vieldeutig und unbestimmt ist. Wird der gemeint, welchen Aristoteles im Orion verschwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung setzt; so muß man nicht vergessen, daß dieser Comet von Callisthenes vor, von Diodor nach, und von Aristoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird. Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von vier Cometen, deren Epochen der Erscheinung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es ist daselbst der Reihe nach gedacht: des westlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberschwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erschien (cap. 6, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; später (cap. 6, 10) kommt der Stagirite wieder auf den westlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Asteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Aristäus verwandelt haben, und den Pingré deshalb in der Cométographie mit Aristhenes oder Alcisthenes fälschlich für Eine Person hält. Der Glanz dieses Cometen des Asteus verbreitete sich über den dritten Theil des Himmelsgewölbes; der Schweif, welchen man den Weg (ὁδός) nannte, war also 60° lang. Er reichte bis in die Gegend des Orion, wo er sich auflöste. In cap. 7, 9 wird des Cometen gedacht, welcher gleichzeitig mit dem berühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamos (Kosmos Buch I. S. 57, und Anm. *) erschien und mit dem eine Verwechselung mit der von Damachos beschrieben, 70 Tage lang leuchtenden und Strahlen sprühenden Aërolithen-Wolke sein kann. Endlich nennt Aristoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Stern bei Corinth zugeschrieben ward. Diese drei ersten Erscheinungen fallen in die lange Periode von 22 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Parischen Chronik Ol. 78, 1 (468 ante Chr.), unter des Archonten Theagenides; der große Comet des Asteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erschien und im Sternbild des Orion verschwand, in Ol. 101, 4 (373 a. Chr.); Eucles, Solon des Molon, von Diodor (XV, 53) fälschlich Euclides genannt in Ol. 88, 2 (427 a. Chr.) wie auch der Commentar des Johannes Philoponus bestätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109, 4 (337 a. Chr.). Bei Plinius II, 25 wird für die Jahre figies mutata in hastam Ol. 1' 8 angegeben. An das unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Asteus (Ol. 101, 4) an das Erdbeben in Achaja stimmt auch Seneca überein, indem derselbe des Unterganges von Buris und Helice, welche Städte Aristoteles nicht erwähnt nennt, folgendermaßen erwähnt: „Ellopia [illegible] longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam [illegible] Helicen mare absconderet. Aristoteles [illegible] dem illam, sed Cometam fuisse." (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5). Strabo (VIII p. 384 Cas.) [illegible] Untergang der zwei oft genannten Städte [illegible] vor der Schlacht von Leuctra, woraus sich [illegible] 101, 4 ergiebt. Nachdem endlich Diodor [illegible] dieselbe Begebenheit als unter dem Archonten [illegible] vorgefallen umständlicher (XV, 48 und 49) [illegible] hat, setzt er den glänzenden, schattenwerfenden Cometen (XV, 50) unter den Archonten Alcisthenes ein Jahr später, Ol. 102, 1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrschaft der Lacedämonier, aber der spätere Diodor hat die Gewohnheit, eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu versetzen, und für die Epoche des Asteus, vor dem [illegible] sprechen die ältesten und sichersten Zeugen, Aristoteles und die Parische Chronik. Da nun für den periodischen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von 147¾ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung führt, so stimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Aristoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Aehnlichkeit der Bahn etwas wissen könnte, bei wahrscheinlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein sehr geringer Fehler ist. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259–261) auf Diodor und den Archonten Alcisthenes [illegible] stützend, den in Frage stehenden Cometen im [illegible] Ol. 102, und doch in den Anfang Juli 373 vor Chr. statt 372 setzt; so liegt der Grund wohl darin, wie einige Astronomen das erste Jahr vor der [illegible] Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es ist [illegible] zu bemerken, daß Sir John Herschel für den bei [illegible] Tage, nahe an der Sonne, gesehenen Cometen eine ganz andere Umlaufszeit und zwar von 174 Jahren annimmt, was auf die Jahre 1668, 1493 und [illegible] führt. Vergl. Outlines p. 370 bis 372 mit Galle in Olbers Cometenbahnen S. 208 und Kosmos Buch I. S. 69.) Andere Combinationen von Peirce [illegible]

meten Aphele, die zwiſchen Hygiea (3,15) nnd einer Grenze liegen, welche faſt um 1¼ Abſtände der Erde von der Sonne jenſeit Jupiter (5,20) liegt. Die zwei anderen Cometen, ebenfalls von geringerer Umlaufszeit als Neptun, ſind der 74jährige Comet von Olbers und der 76jährige Comet von Halley. Dieſe beide letzten waren bis zum Jahre 1819, in welchem Encke zuerſt die Exiſtenz eines inneren Cometen erkannte, unter den damals berechneten Cometen die von der kürzeſten Umlaufszeit. Der Olberſche Comet von 1815 und der Halley'ſche liegen nach der Entdeckung des Neptun in ihrer Sonnenferne nur 4 und 5⅔ Abſtände der Erde von der Sonne jenſeits der Grenze, die ſie als innere Cometen würde betrachten laſſen. Wenn auch die Benennung: innerer Comet mit der Entdeckung transneptuniſcher Planeten Aenderungen erleiden kann, da die Grenze, die einen Weltkörper zu einem inneren Cometen macht, veränderlich iſt; ſo hat ſie doch vor der Benennung: Cometen kurzer Dauer den Vorzug, in jeder Epoche unſeres Wiſſens von etwas beſtimmtem abhängig zu ſein. Die jetzt ſicher berechneten 6 inneren Cometen variiren allerdings in der Umlaufszeit nur von 3,3 bis 7,4 Jahre; aber wenn die 16jährige Wiederkehr des von Peters am 26. Juni 1846 zu Neapel entdeckten Cometen (des 6ten Cometen des Jahrs 1846, mit einer halben großen Are von 6,32) ſich beſtätigte*), ſo iſt vorherzuſehen, daß ſich allmälig in Hinſicht auf die Dauer der Umlaufszeit Zwiſchenglieder zwiſchen den Cometen von Faye und Olbers finden werden. Dann wird es in der Zukunft ſchwer ſein, eine Grenze für die Kürze der Dauer zu beſtimmen. Auf der nächſten Seite folgt die Tabelle, in welcher Dr. Galle die Elemente der 6 inneren Cometen zuſammengeſtellt hat.

Es folgt aus der hier gegebenen Ueberſicht, daß ſeit der Erkennung des Encklſchen†) Cometen als eines inneren im Jahr 1819 bis zur Entdeckung des inneren d'Arreſt'ſchen Cometen kaum 32 Jahre verfloſſen ſind. Elliptiſche Elemente für den letztgenannten hat auch Yvon Villarceau in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 773 gegeben, und zugleich mit Valz einige Vermuthungen über Identität mit dem von La Hire beobachteten und von Douwes berechneten Cometen von 1678 aufgeſtellt. Zwei andere Cometen, ſcheinbar auch von fünf- bis ſechsjährigem Umlauf, ſind der 3te von 1819, von Pons entdeckt und von Encke berechnet; und der 4te von 1819, von Blanpain aufgefunden und nach Clauſen identiſch mit dem erſten von 1743. Beide können aber noch nicht neben denen aufgeführt werden, welche durch längere Dauer und Genauigkeit der Beobachtungen eine größere Sicherheit und Vollſtändigkeit der Elemente darbieten.

Die Neigung der inneren Cometenbahnen gegen die Ekliptik iſt im ganzen klein, zwi-

---

*) Galle in Olbers Methode der Cometenbahnen S. 232 No. 174. Elliptiſche Bahnen mit verhältnißmäßig nicht ſehr langer Dauer der Umlaufszeiten (ich erinnere an die 3065 und 8800 Jahre der Cometen von 1811 und 1680) bieten dar die Cometen von Colla und Bremiker aus den Jahren 1845 und 1840. Sie ſcheinen Umlaufszeiten von nur 249 und 344 Jahren zu haben. (S. Galle a. a. O. S. 229 und 231.)

†) Die kurze Umlaufszeit von 1204 Tagen wurde von Encke bei dem Wiedererſcheinen ſeines Cometen im Jahr 1819 erkannt. S. die zuerſt berechneten elliptiſchen Bahnen im Berl. Aſtron. Jahrbuch für 1822 S. 193, und für die zur Erklärung der beſchleunigten Umläufe angenommene Conſtante des widerſtehenden Mittels Encke's vierte Abhandl. in den Schriften der Berliner Akademie aus dem J. 1844. (Vergl. Arago im Annuaire pour 1832 p. 181; in der Lettre à Mr. Alexandre de Humboldt 1840 p. 12. und Galle in Olbers Cometenbahnen S. 221.) Zur Geſchichte des Cometen von Encke iſt noch hier zu erinnern: daß derſelbe, ſoweit die Kunde der Beobachtungen reicht, zuerſt von Méchain den 17. Jan. 1786 an zwei Tagen geſehen wurde; dann von Miß Carolina Herſchel den 7.–27. Nov. 1795; darauf von Bouvard, Pons und Huth den 20. Oct.–19. Nov. 1805; endlich, als zehnte Wiederkehr ſeit Méchain's Entdeckung im J. 1786, vom 26. Nov. 1818 bis 12. Jan. 1819 von Pons. Die erſte von Encke vorausberechnete Wiederkehr wurde von Rümker zu Paramatta beobachtet. (Galle a. a. O. S. 215, 217, 221 und 222.) — Der Biela'ſche oder, wie man auch ſagt, der Gambart-Biela'ſche innere Comet iſt zuerſt am 8. März 1772 von Montaigne, dann von Pons am 10. Nov. 1805, danach am 27. Febr. 1826 zu Joſephſtadt in Böhmen von Herrn von Biela und am 9. März zu Marſeille von Gambart geſehen. Der frühere Wiederentdecker des Cometen von 1772 iſt zweifelsohne Biela und nicht Gambart; dagegen aber hat der Letztere (Arago im Annuaire von 1832 p. 184 und in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 415) früher als Biela, und faſt zugleich mit Clauſen, die elliptiſchen Elemente beſtimmt. Die erſte vorausberechnete Wiederkehr des Biela'ſchen Cometen ward im October und December 1832 von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtet. Die ſchon erwähnte wunderſame Verdoppelung des Biela'ſchen Cometen durch Theilung erfolgte bei ſeiner 11ten Wiederkehr ſeit 1772, am Ende des Jahres 1845. (S. Galle a. a. O. Olbers S. 214, 218, 224, 227 und 232.)

Elemente der 6 inneren Cometen, welche genauer berechnet sind.

	Encke	de Vico	Brorsen	d'Arrest	Biela	Faye
Durchgangszeit durch das Perihel in mittlerer Pariser Zeit	1848 Nov. 26. 2h 55′ 56″	1844 Sept. 2. 11h 33′ 57″	1846 Febr. 25. 9h 8′ 1″	1851 Juli 8. 16h 57′ 23″	1846 Febr. 10. 23h 51′ 36″	1843 Oct. 17. 3h 42′ 16″
Länge des Perihels	157° 47′ 8″	342° 30′ 55″	116° 28′ 15″	322° 59′ 46″	109° 2′ 20″	49° 34′ 19″
Länge des aufsteigenden Knotens	334 22 12	63 49 17	102 40 58	148 27 20	245 54 39	209 29 19
Neigung gegen die Ekliptik	13 8 36	2 54 50	30 55 53	13 56 12	12 34 53	11 22 31
Halbe große Axe	2,214814	3,102800	3,146494	3,461846	3,524522	3,811790
Perihel-Distanz	0,337032	1,186401	0,650103	1,173976	0,856448	1,692579
Aphel-Distanz	4,092595	5,019198	5,642884	5,749717	6,192596	5,931001
Excentricität	0,847828	0,617635	0,793388	0,660881	0,757003	0,555962
Umlaufszeit in Tagen	1204	1996	2039	2353	2417	2718
Umlaufszeit in Jahren	3,30	5,47	5,58	6,44	6,62	7,44
berechnet von	Encke, Astr. Nachr. XXVII. p. 113.	Brünnow, gekrönte Preisschrift, Amst. 1849.	Brünnow, Astr. Nachr. XXIX. p. 377.	d'Arrest, Astr. Nachr. XXXIII. p. 125.	Plantamour, Astr. Nachr. XXV. p. 117.	Le Verrier, Astr. Nachr. XXIII p. 196.

schen 3° und 13°; nur die des Brorsen'schen Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31°. Alle bisher entdeckten inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Nebenplaneten des gesammten Sonnensystems, eine directe oder rechtläufige Bewegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortschreitend). Sir John Herschel hat auf die größere Seltenheit rückläufiger Bewegung bei Cometen von geringer Neigung gegen die Ekliptik aufmerksam gemacht*). Diese entgegengesetzte Richtung der Bewegung, welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körper vorkommt, ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Meinung über die Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörper und über primitive Stoß- und Wurfkraft von großer Wichtigkeit. Sie zeigt uns die Cometenwelt, wenn gleich auch in der weitesten Ferne, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in größerer Individualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtung hat zu der Idee verleitet, die Cometen für älter†) als alle Planeten, gleichsam für Urformen der sich locker ballenden Materie im Weltraume, zu halten. Es fragt sich dabei unter dieser Voraussetzung: ob nicht trotz der ungeheuren Entfernung des nächsten Fixsterns, dessen Parallaxe wir kennen, vom Aphel des Cometen von 1680 einige der Cometen, welche am Himmelsgewölbe erscheinen, nur Durchwanderer unsres Sonnensystemes sind, von einer Sonne zur anderen sich bewegend?

Ich lasse auf die Gruppe der Cometen, als mit vieler Wahrscheinlichkeit zum Sonnengebiete gehörig, den Ring des Thierkreislichtes folgen; und auf diesen die Schwärme der Meteor-Asteroiden, die bisweilen auf unsere Erde herabfallen und über deren Existenz als Körper im Weltraume noch keineswegs eine einstimmige Meinung herrscht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herschel und Bessel die Aërolithen bestimmt für außerirdischen, kosmischen Ursprungs halte; so darf ich wohl am Schluß des Abschnitts über die Wandelsterne die zuversichtliche Erwartung aussprechen: daß durch fortgesetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aërolithen, Feuerkugeln und Sternschnuppen die entgegengesetzte Meinung eben so verschwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteorologischen Ursprung der Cometen es längst ist. Während diese Gestirne schon von der astrologischen Corporation der „Chaldäer in Babylon," von einem großen Theile der pythagorischen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu bestimmten Zeiten in langen planetarischen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige antipythagorische Schule des Aristoteles und der von Seneca bestrittene Epigenes die Cometen für Erzeugnisse meteorischer Processe in unserem Luftkreise‡). Analoge Schwankungen

---

*) Outlines § 601.

†) Laplace, Expos. du Système du Monde p. 396 und 414. Der Laplacischen speciellen Ansicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken" (petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires) stehen die Fortschritte, welche seit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit so vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden sind, mannigfach entgegen; auch der Umstand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polarisirtem Lichte haben, welcher den selbstleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. Kosmos Buch III. S. 458, 505 u. Anm. **), 506 Anm. *) 510 u. Anm. †).

‡) Zu Babylon in der gelehrten chaldäischen Schule der Astrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (Nat. Quaest. VII, 3) führt die einander entgegengesetzten Zeugnisse des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den selten Genannten; doch bezeichnet ihn Plinius (VII, 57) als „gravis auctor in primis", wie auch ohne Lob Censorinus de die natali cap. 17 und Stob. Ecl. phys. I, 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. Lobeck, Aglaoph. p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die allgemeine und herrschende Ansicht bei den babylonischen Astrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu fest bestimmten Zeiten in ihren sicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwiespalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetarische Natur der Cometen herrschte, und welchen Aristoteles (Meteorol. lib. I cap. 6, 1) und Pseudo-Plutarch (de plac. Philos. lib. III cap. 2) andeuten, dehnte sich nach dem Ersteren (Meteor. I, 8, 2) auch auf die Natur der Milchstraße, den verlassenen Weg der Sonne oder des gestürzten Phaethon, aus (vergl. Letronne in den Mém. de l'Acad. des Inscriptions 1839 T. XII. p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Aristoteles angeführt: daß die Cometen zur Zahl solcher Planeten gehören, die erst nach langer Zeit, wie Merkur, sichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufsteigend. Bei dem so fragmentarischen Pseudo-Plutarch heißt es: daß sie „zu festbestimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen." Vieles in abgesonderten Schriften über die Natur der Cometen Enthaltene ist uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzen konnte; von Charimander, dessen bloßer Name sich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (Eclog

Trennung nichts zu ſehen. Die ſchon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerſt am 29. Dec. 1845, in Europa erſt um die Mitte und das Ende Januars 1846 erkannt. Der neue, kleinere Comet ging nördlich voran. Der Abſtand beider war anfangs 3, ſpäter (8. Febr.) nach Otto Struve's intereſſanter Zeichnung 6 Minuten *). Die Lichtſtärke wechſelte: ſo daß der allmälig wachſende Neben-Comet eine Zeit lang den Haupt-Cometen an Lichtſtärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine beſtimmten Umriſſe: die des größeren Cometen zeigte ſogar gegen SSW eine lichtſchwache Anſchwellung; aber der Himmelsraum zwiſchen den beiden Cometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei geſehen †). Einige Tage ſpäter hat Lieut. Maury in Waſhington in einem neunzölligen Münchner Refractor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Comet dem kleineren, neuen, zuſandte: ſo daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeit lang entſtand. Am 24. März war der kleinere Comet wegen zunehmender Lichtſchwäche kaum noch zu erkennen. Man ſah nur noch den größeren bis zum 16. bis 20. April, wo dann auch dieſer verſchwand. Ich habe dieſe wunderſame Erſcheinung in ihren Einzelnheiten ‡) beſchrieben, ſo weit dieſelben haben beobachtet werden können. Leider iſt der eigentliche Act der Trennung und der kurz vorhergehende Zuſtand des älteren Cometen der Beobachtung entgangen. Iſt der abgetrennte Comet uns nur unſichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtſchwäche, oder hat er ſich aufgelöſt? Wird er als Begleiter wieder erkannt werden, und wird der Biela'ſche Comet bei anderen Wieder-Erſcheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entſtehung eines neuen planetariſchen Weltkörpers durch Theilung regt natürlich die Frage an: ob in der Unzahl um die Sonne kreiſender Cometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Proceß entſtanden ſind oder noch täglich entſtehen? ob ſie durch Retardation, d. h. ungleiche Geſchwindigkeit im Umlauf, und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verſchiedene Bahnen gerathen können? In einer, ſchon früher berührten Abhandlung von Stephen Alexander iſt verſucht worden, die Geneſis der geſammten inneren Cometen durch die Annahme einer ſolchen, wohl nicht genugſam begründeten Hypotheſe zu erklären. Auch im Alterthum ſcheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beſchrieben worden zu ſein. Seneca führt nach einem, wie er freilich ſelbſt ſagt, unzuverläſſigen Zeugen an, daß der Comet, welcher des Unterganges der Städte Helice und Bura beſchuldigt ward, ſich in zwei Theile ſchied. Er ſetzt ſpöttiſch hinzu: warum hat Niemand zwei Cometen ſich zu einem vereinigen ſehen ||)? Die chineſiſchen Aſtronomen reden von „drei gekuppelten Cometen," die im Jahre 896 erſchienen und zuſammen ihre Bahn durchliefen ¶).

Unter der großen Zahl berechneter Cometen ſind bisher acht bekannt, deren Umlaufszeit eine geringere Dauer als die Umlaufszeit des Neptun hat. Von dieſen acht ſind ſechs innere Cometen, d. h. ſolche, deren Sonnenferne kleiner als ein Punkt in der Bahn des Neptun iſt: nämlich die Cometen von Encke (Aphel 4,09), de Vico (5,02), Brorſen (5,64), Faye (5,93), Biela (6,19) und d'Arreſt (6,44). Den Abſtand der Erde von der Sonne = 1 geſetzt, haben die Bahnen aller dieſer ſechs innern Co-

*) Wenn man noch ſpäter (5. März) den Abſtand beider Cometen bis 9° 19′ wachſen ſah, ſo war dieſe Zunahme, wie Plantamour gezeigt hat, nur ſcheinbar und von der Annäherung zur Erde abhängig. Vom Februar bis 10. März blieben beide Theile des Doppelcometen in gleicher Entfernung von einander.

†) Le 19 février 1846 on aperçoit le fond noir du ciel qui sépare les deux comètes; O. Struve im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg T. VI. No. 4.

‡) Vergl. Outlines § 580–583; Galle in Olbers Cometenbahnen S. 232.

||) „Ephorus non religiosissimae fidei, saepe decipitur, saepe decipit. Sicut hic Cometem, qui omnium mortalium oculis custoditus est, quia ingentis rei traxit eventus, cum Helicen et Burin ceciderit, ait illum discessisse in duas stellas: quod praeter illum nemo tradidit. Quis enim potest observare illud momentum, quo Cometes scindatur et in duas partes redactus est? Quomodo autem, si ego qui viderit Cometem in duas dirimi, nemo videt fieri ex duabus?" Seneca, Nat. Quaest. lib. VII cap. 16.

¶) Eduard Biot, Recherches sur les Cométes de la collection de Ma-tuan-lin in den Comptes rendus T. XX. 1845 p. 334.

Wenn 22 Jahre vor Dominique Caſſini, dem man gemeinhin die erſte Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuſchreibt, ſchon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerſet) in ſeiner 1661 erſchienenen Britannia Baconica daſſelbe als eine vorher unbeſchriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März geſehene Erſcheinung der Aufmerkſamkeit der Aſtronomen empfiehlt; ſo muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho ſchon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalſchein ſah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend ſtärkere Licht-Intenſität der Erſcheinung in Spanien, an der Küſte von Valencia und in den Ebenen Neu-Caſtiliens, hat mich zuerſt, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf ſagen der Erleuchtung, nahm überraſchend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südſee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heitern Luft von Cumana, in den Grasſteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicaniſchen Seen, beſonders in Höhen von acht- bis zwölftauſend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der ſchönſten Stellen der Milchſtraße zwiſchen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unſerer Hemiſphäre zu nennen, zwiſchen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachſen, ſondern vielmehr hauptſächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens ſelbſt, von der größeren oder geringeren Intenſität des Lichtproceſſes abzuhangen geſchienen: wie meine Beobachtungen in der Südſee zeigen, in welchen ſogar ein Gegenſchein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich ſage: hauptſächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einfluſſes der Luftbeſchaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchſten Schichten der Atmoſphäre, während meine Inſtrumente in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günſtige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortſchritte in unſerer Kenntniß des Thierkreislichtes ſind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologiſchen Proceſſe die höchſte Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen iſt dort perpetuirlich; und eine ſorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verſchiedener Höhe und unter verſchiedenen Localverhältniſſen würde mit Anwendung der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung entſcheiden, was man kosmiſchen Lichtproceſſen, was bloßen meteorologiſchen Einflüſſen zuſchreiben ſoll.

Es iſt mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren faſt gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine ſchwache Spur deſſelben geſehen worden ſei. Sollte in ſolchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geſchwächt erſcheinen? Die Unterſuchung müßte ſich aber nicht auf die Geſtaltung nach Angabe der Abſtände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Meſſungen beſchränken. Die Intenſität des Lichts, ſeine Gleichartigkeit oder ſeine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), ſeine Analyſe durch das Polariſcop wären vorzugsweiſe zu erforſchen. Bereits Arago (Annuaire pour 1736 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Caſſini vielleicht klar erweiſen würden: „que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome."

Gleich nach den erſten Pariſer Beobachtungen dieſes großen Beobachters und ſeines Freundes Fatio de Duillier zeigte ſich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indiſchen Reiſenden (Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meiſt nur ſchildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) ſind zur gründlichen Discuſſion der Urſachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf ſchnellen Reiſen auf den ſogenannten Weltumſeglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach

Elemente der 6 inneren Cometen, welche genauer berechnet sind.

	Encke	de Vico	Brorsen	d'Arrest	Biela	Faye
Durchgangszeit durch das Perihel in mittlerer Pariser Zeit	1848 Nov. 26. 2h 55′ 56″	1844 Sept. 2. 11h 33′ 57″	1846 Febr. 25. 9h 8′ 1″	1851 Juli 8. 16h 57′ 23″	1846 Febr. 10. 23h 51′ 36″	1843 Oct. 17. 3h 42′ 16″
Länge des Perihels	157° 47′ 8″	342° 30′ 55″	116° 28′ 15″	322° 59′ 46″	109° 2′ 20″	49° 34′ 19″
Länge des aufsteigenden Knotens	334 22 12	63 49 17	102 40 58	148 27 20	245 54 39	209 29 19
Neigung gegen die Ekliptik	13 8 36	2 54 50	30 55 53	13 56 12	12 34 53	11 22 31
Halbe große Axe	2,214814	3,102800	3,146494	3,461846	3,524522	3,811790
Perihel-Distanz	0,337032	1,186401	0,650103	1,173976	0,856448	1,692579
Aphel-Distanz	4,092595	5,019198	5,642884	5,749717	6,192596	5,931001
Excentricität	0,847828	0,617635	0,793388	0,660881	0,757003	0,555962
Umlaufszeit in Tagen	1204	1996	2039	2353	2417	2718
Umlaufszeit in Jahren	3,30	5,47	5,58	6,44	6,62	7,44
berechnet von	Encke, Astr. Nachr. XXVII. p. 113.	Brünnow, gekrönte Preisschrift, Amst. 1849.	Brünnow, Astr. Nachr. XXIX. p. 377.	d'Arrest, Astr. Nachr. XXXIII. p. 125.	Plantamour, Astr. Nachr. XXV. p. 117.	Le Verrier, Astr. Nachr. XXIII p. 196.

ration des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß von dem ältesten Dasein der Materie*). Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der sterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können;" in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils dieselben sind †).

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unserer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Falle der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unseren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung der Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige Erscheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden Sieg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle hellenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ionischen Physiologie‡) einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist‖), doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich," wie ich schon an einem Orte angeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf

---

*) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm., Buch III. S. 425 und Anm. (Vergl. Bode, Nov. Organ. Lond. 1783 p. 371 und Wilh. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

†) Kosmos Buch I. S. 65 u. Anm. *), u. S. 67.

‡) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Buch I. S. 56 Anm., S. 59 Anm., S. 65 und 66 nebst Anmerkungen.

‖) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272–277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804–1811 (Berl. 1815) S. 79–124.

zwischen kosmischen und tellurischen Hypothesen, zwischen dem Weltraume und der Atmosphäre führen endlich doch zu einer richtigen Ansicht der Naturerscheinungen zurück.

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unserem formenreichen Sonnensysteme sind Existenz, Ort und Gestaltung einer einzelnen Glieder seit kaum drittehalbhundert Jahren und in langen Zwischenräumen der Zeit allmälig erkannt worden: zuerst die untergeordneten oder Particular-Systeme, in denen, dem Hauptsysteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen größeren umkreisen; dann concentrische Ringe um einen, und zwar den satellitenreichsten, der unddichteren und äußeren Hauptplaneten; dann das Dasein und die wahrscheinliche materielle Ursache des milden, pyramidal gestalteten, dem unbewaffneten Auge sehr sichtbaren Thierkreislichtes; dann die sich gegenseitig schneidenden, zwischen den Gebieten zweier Hauptplaneten eingeschlossenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen der sogenannten kleinen Planeten oder Asteroiden; endlich die merkwürdige Gruppe von inneren Cometen, deren Aphele kleiner als die Aphele des Saturn, des Uranus oder des Neptun sind. In einer kosmischen Darstellung des Weltraumes ist es nöthig, an eine Verschiedenartigkeit der Glieder des Sonnensystems zu erinnern, welche keineswegs Gleichartigkeit des Ursprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte ausschließt.

So groß auch noch das Dunkel ist, welches die materielle Ursach des Thierkreislichtes umhüllt; so scheint doch, bei der mathematischen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmosphäre nicht weiter als bis zu $\frac{9}{20}$ des Merkurabstandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poisson und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahle, in dem gegenwärtigen sehr mangelhaften Zustande der Beobachtungen die befriedigendste zu sein. Die äußerste Grenze der Atmosphäre hat sich bei der Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Systeme) nur bis dahin ausdehnen können, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwungkraft genau das Gleichgewicht hält; jenseits mußte die Atmosphäre nach der Tangente entweichen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu Kugeln als feste und dunstförmige Ringe den Umlauf fortsetzen. Nach dieser Betrachtung tritt der Ring des Zodiacallichts in die Categorie planetarischer Formen, welche den allgemeinen Bildungsgesetzen unterworfen sind.

Bei den so geringen Fortschritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieser vernachlässigte Theil unserer astronomischen Kenntnisse macht, habe ich wenig zu dem zusetzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgemälde (Buch I. S. 67–72 und Anmerkungen bis S. 74; Buch III. S. 507) entwickelt habe.

---

lib. I cap. 25 p. 61, Christ. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb so selten uns sichtbar bleiben, weil sie in ihrem langen Laufe sich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraums) verbergen, wie die Fische in den Tiefen des Oceans. Das Anmuthigste und, trotz der rhetorischen Färbung, das Gründlichste und mit den jetzigen Meinungen Uebereinstimmendste gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir lesen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: „Non enim existimo Cometem subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum, nondum teneri legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia ..... stellis numeros et nomina fecit. Multaeque hodie sunt gentes, quae tantum facie noverint caelum; quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare obumbretur. Hoc apud nos quoque nuper ratio adeptum perduxit. Veniet tempus, quo ista, quae nunc latent, in lucem dies extrahat et longioris aevi diligentia. Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur. — Eleusis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo ejus haeremus. Illa arcana non promiscue nec omnibus patent, reducta et in interiore sacrario clausa sunt. Ex quibus aliud haec aetas, aliud quae post nos subibit, dispiciet. Tarde magna proveniunt —

Wenn 22 Jahre vor Dominique Caſſini, dem man gemeinhin die erſte Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuſchreibt, ſchon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerſet) in ſeiner 1661 erſchienenen Britannia Baconica daſſelbe als eine vorher unbeſchriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März geſehene Erſcheinung der Aufmerkſamkeit der Aſtronomen empfiehlt; ſo muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho ſchon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalſchein ſah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend ſtärkere Licht-Intenſität der Erſcheinung in Spanien, an der Küſte von Valencia und in den Ebenen Neu-Caſtiliens, hat mich zuerſt, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf ſagen der Erleuchtung, nahm überraſchend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südſee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heitern Luft von Cumana, in den Grasſteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicaniſchen Seen, beſonders in Höhen von acht- bis zwölftauſend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der ſchönſten Stellen der Milchſtraße zwiſchen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unſerer Hemiſphäre zu nennen, zwiſchen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachſen, ſondern vielmehr hauptſächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens ſelbſt, von der größeren oder geringeren Intenſität des Lichtproceſſes abzuhangen geſchienen: wie meine Beobachtungen in der Südſee zeigen, in welchen ſogar ein Gegenſchein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich ſage: hauptſächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einfluſſes der Luftbeſchaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchſten Schichten der Atmoſphäre, während meine Inſtrumente in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günſtige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortſchritte in unſerer Kenntniß des Thierkreislichtes ſind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologiſchen Proceſſe die höchſte Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen iſt dort perpetuirlich; und eine ſorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verſchiedener Höhe und unter verſchiedenen Localverhältniſſen würde mit Anwendung der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung entſcheiden, was man kosmiſchen Lichtproceſſen, was bloßen meteorologiſchen Einflüſſen zuſchreiben ſoll.

Es iſt mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren faſt gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine ſchwache Spur deſſelben geſehen worden ſei. Sollte in ſolchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geſchwächt erſcheinen? Die Unterſuchung müßte ſich aber nicht auf die Geſtaltung nach Angabe der Abſtände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Meſſungen beſchränken. Die Intenſität des Lichts, ſeine Gleichartigkeit oder ſeine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), ſeine Analyſe durch das Polariſcop wären vorzugsweiſe zu erforſchen. Bereits Arago (Annuaire pour 1736 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Caſſini vielleicht klar erweiſen würden: „que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome."

Gleich nach den erſten Pariſer Beobachtungen dieſes großen Beobachters und ſeines Freundes Fatio de Duillier zeigte ſich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indiſchen Reiſenden (Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meiſt nur ſchildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) ſind zur gründlichen Discuſſion der Urſachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf ſchnellen Reiſen auf den ſogenannten Weltumſeglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach

monatl. Corresp. Bd. X. S. 337—340), können ernst zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Gestaltung und Licht-Intensität lösen. Daher ist am meisten für den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt, wie für die gesammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wissenschaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen spanischen Amerika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potosi, zwischen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numerischen Resultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen gestützt, hat gelangen können, machen es wahrscheinlich, daß die große Are des Zodiacalschein-Ringes eben so wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt, als die Dunstwolke des Ringes, deren Molecular-Zustand uns ganz unbekannt ist, die Erdbahn überschreitet. (Schum. Astr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Uebersicht kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobachtung von Aërolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unterworfen: besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange die August- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen, durch neuere Beobachtungen vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit darbieten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen, zuerst von Brandes, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Messungen übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger gemacht, durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzupassen.

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unpartheiisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und schlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigsten scheint mir Absonderung der physischen Verhältnisse von den, im ganzen sicherer zu ergründenden, geometrischen und Zahlen-Verhältnissen. Zu der letzteren Classe gehören: Höhe; Geschwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in sporadischen oder periodischen Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Gestaltung, in Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmälig zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung, führen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß wir im ganzen mit den Welträumen und dem, was sie erfüllt, nur in Verkehr stehen durch licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen (Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unseren Erdball, dessen Ocean und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtschwingung, welche von dem kleinsten teleskopischen Fixsterne, aus einem auflöslichen Nebelflecke ausgeht, und für die unser Auge empfänglich ist, bringt uns (wie es die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit und Aber-

ation des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß von dem ältesten Dasein er Materie*). Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der sterngefüllten Himmelsäume führt uns mittelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von ahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, elche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuereteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, dem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einge Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planen fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, n himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können;" in nen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton rmuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensteme gehören, großentheils dieselben sind †).

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanen wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unserer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des weiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Falle der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus er astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unseren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung der Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige Erscheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden Sieg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle hellenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ionischen Physiologie ‡) einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist ||), doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich," wie ich schon an einem Orte angeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf

---

*) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm., Buch III. S. 425 und Anm. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

†) Kosmos Buch I. S. 65 u. Anm. *), u. S. 67.

‡) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Buch I. S. 56 Anm., S. 59 Anm., S. 65 und 66 nebst Anmerkungen.

||) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272–277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804–1811 (Berl. 1815) S. 79–124.

die Erde herab und verlöschen: wie es geschehen ist mit dem steinernen Stern welcher bei Aegos Potamoi gefallen ist." (Stob. Eclog. p. 508)*).

Die „Meinung einiger Physiker" über Feuermeteore (Sternschnuppen und Aerolithen), welche Plutarch im Leben des Lysander (cap. 12) umständlich entwickelt, ist ganz die des cretensischen Diogenes. „Sternschnuppen," heißt es dort, „sind nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welche, wenn sie in unseren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöschen: sie sind vielmehr Wurf und Fall himmlischer Körper: dergestalt, daß sie durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden†)." Von dieser Ansicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unsere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ionischen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles‡). Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade scheint die Ideen des Falles dunkler Massen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem späten Pseudo-Plutarch (Plac. II, 13) lesen wir bloß: daß der Milesier Thales „die Gestirne alle für irdische und feurige Körper (*γεώδη καὶ ἔμπυρα*)" hielt. Die Bestrebungen der früheren ionischen Physiologie waren gerichtet auf das Erspähen des Urgrundes der Dinge, des Entstehens durch Mischung, stufenweise Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Processe des Werdens durch Erstarrung oder Verdünnung. Des Umschwungs der Himmelssphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt festhält," gedenkt allerdings schon Empedocles als einer wirksam bewegenden kosmischen Kraft. Da in diesen ersten Anklängen physikalischer Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer selbst die Expansivkraft der Wärme darstellt; so knüpfte sich an die hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegreißenden Umschwunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper," gleichsam das nächste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe ||) für diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lysander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himmlischer Körper verursache;" wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaxagoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufstellt: „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder" ¶). So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der (scheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als idealen Gegensatz eine

*) Wenn Stobäus in derselben Stelle (Ecl. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne bimssteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingesogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die bimssteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese, welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine, entzünden sich und verlöschen, wenn sie zur Erde herabfallen." (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: „decidere tamen crebro, non erit dubium"; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog scheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17) bezieht sich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

†) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich übersetzt, also: „Wahrscheinlich ist die Meinung Einiger, die gesagt haben: die Sternschnuppen seien nicht Abflüsse noch Verbreitungen des ätherischen Feuers, welches in der Luft verlösche gleich bei seiner Entzündung: noch auch Entflammung und Verbrennung von Luft, die sich in Menge abgelöst habe aus der oberen Region: sondern Wurf und Fall himmlischer Körper, welche wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung durch einen Absprung nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geschleudert werden, sondern meistentheils außerhalb in das große Meer fallen, weshalb sie auch verborgen bleiben."

‡) Ueber absolut dunkle Weltkörper oder solche, an denen der Lichtproceß (periodisch?) aufhört, über die Meinungen der Neueren (Laplace und Bessel), und über die von Peters in Königsberg bestätigte Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: s. Kosmos Band III. S. 485.

||) Vergl. Kosmos Buch III. S. 400 und 401 Anm. *).

¶) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt wörtlich übersetzt: „Ist doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen seine Bewegung selbst und das Heilige des Kreisumlaufes, so wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umschwung im Kreise ein Hinderniß des Herabfallens haben.

Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller Erklärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten." Dies sind die ersten Ahnungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie anerkennend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermeä, wahrscheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primitiven Stoße" zu, welchen er sinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde," verbindet. So haben wir versucht zu zeigen, wie eine große Naturerscheinung und die früheste, rein kosmische Erklärung eines Aërolithenfalles wesentlich dazu beigetragen hat, im griechischen Alterthum stufenweise, aber freilich nicht durch mathematische Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geistesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Gesetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometrischen Verhältnissen der periodischen (nicht sporadischen) Sternschnuppen beginnend, richten wir unsere Aufmerksamkeit vorzugweise auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetarische Geschwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geschwindigkeit, charakterisirt sie mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perseus, oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte *). Saigey, der die amerikanischen Beobachtungen von 1833 einer sehr genauen Untersuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fire Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages, bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten †), welchen Denison Olmsted, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daselbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, welche um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm ‡) „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keineswegs immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war." Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol ‖). „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-

*) Kosmos Buch I. S. 58.

†) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Etoiles filantes 1847 p. 69–86.

‡) „Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angestellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26–30.

‖) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der August-Periode gründet sich nur auf die Beobachtungen des einzigen Jahres 1839 (10. August). Ein Reisender im Orient, Dr. Asahel Grant, meldet

Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopeja und Drachenkopf) einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezeichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bahnen ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten Sternschnuppen 171 aus dem Perseus nahe beim Sterne η im Medusenhaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Cassiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbestimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus dem Perseus ausstrahlenden Sternschnuppen betrug also fast doppelt so viel als die des Löwen *)."

Die Radiation aus dem Perseus hat sich demnach in beiden Perioden als ein sehr merkwürdiges Resultat erwiesen. Ein scharfsinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beschäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte zu Bonn, äußert sich über diesen Gegenstand mit großer Bestimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abstrahire ich von den reichen Sternschnuppenfällen im November 1833 und 1834, so wie von einigen späteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoren aussandte; so bin ich gegenwärtig geneigt, den Perseus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im August, sondern das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Dieser Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. 50°,3 und Decl. 51°,5 (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) sah ich ein paar hundert Sternschnuppen mehr, als ich seit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von diesen kamen in ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meisten gehörten dem Sternbild des Perseus an. Daraus folgt, wie mir scheint, daß das große November-Phänomen von 1799 und 1833 damals (1841 nicht erschienen ist. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erscheinung (Kosmos Buch I. S. 62). Wenn man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodischen Wiederkehr betrachtet: so findet man, daß es gewisse Radiationspunkte giebt, die immer vertreten sind; andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen."

Ob übrigens die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern: was, wenn man geschlossene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore sich bewegen; läßt sich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen bestimmen. Eine schöne Reihe solcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) scheint gegen eine progressive Veränderung zu zeugen †). Daß man im griechischen und römischen Alterthum schon auf eine gewisse temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinschießenden Sternschnuppen aufmerksam gewesen ist, hat sehr richtig Eduard Heis ‡) bemerkt. Jene Richtung wurde

---

aus Mardin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefurcht war." (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

*) Es hätte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch keineswegs statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom 13.–14. Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Roswinkel, sah bei einem reichen Sternschnuppen-Fall fast sämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom 12.–13. Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppen-Falle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen und nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht zu Stande mit denen der Jahre 1798, 1832 und 1833 zu vergleichen."

†) Saigey p. 151, und über Ermann's Bestimmung der den Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengesetzten Convergenz-Punkte p. 125–129.

‡) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. Aristot. Problem. XXVI, 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I. 14: „ventum significat stellarum diversitium lapsus, et quidem ab ea parte, qua erumpit." Ich selbst habe lange, besonders während meines Aufenthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Erndte, an den Einfluß der Winde auf die Richtung der Sternschnuppen geglaubt.

damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derselben Weltgegend eintretenden und herabsteigenden Luftstrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodischen Sternschnuppenströme sich von den sporadischen schon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, strahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterscheiden; so ist ein zweites Criterium derselben das numerische: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein bestimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbestrittene Aufgabe der Unterscheidung eines außerordentlichen Sternschnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Gesichtskreis einer Person an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an *). Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen †).

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:	Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6. August	6	1	10. August	31	6
7. „	11	3	11. „	19	5
8. „	15	4	12. „	7	3
9. „	29	8			

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7. August	3 Meteore.	am 10. August	18 Meteore.
8. „	8 „	11. „	3 „
9. „	16 „	12. „	1 „

(Nach Heis wurden beobachtet am 10. August:

1839 in 1 Stunde 160 Meteore.
1841 ——— 43 „
1848 ——— 50 „

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen.) Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12. Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13. Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen

*) Kosmos Buch I. S. 55 Anm. †).

†) Was, von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842–1844 s. Saigey p. 159.

ſtand und über den Lacher See hinwegſchoß, nur $3\frac{1}{2}$ Meile. Nach anderen Vergleichungen derſelben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geſchwindigkeit von 4 Sternſchnuppen zwiſchen $11\frac{1}{2}$ und $23\frac{3}{4}$ M. in der Secunde, alſo 2- bis 5mal ſo groß als die planetariſche der Erde, gefunden. Dieſes Reſultat beweiſt wohl am kräftigſten den kosmiſchen Urſprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunkts: d. h. neben dem Umſtand, daß periodiſche Sternſchnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demſelben Sterne ausgehen, wenn auch dieſer Stern nicht der iſt, gegen welchen die Erde zu derſelben Zeit ſich bewegt. Im ganzen ſcheinen ſich nach den vorhandenen Meſſungen Feuerkugeln langſamer als Sternſchnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die erſteren Meteorſteine fallen laſſen, dieſe ſich ſo wenig tief in den Erdboden einſenken. Die, 276 Pfund wiegende Maſſe von Enſisheim im Elſaß war (7. Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben ſo tief der Aërolith von Braunau (14. Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorſteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; ſo der Aërolith von Caſtrovillari in den Abruzzen (9. Febr. 1583) und der von Hradſchina im Agramer Comitat (26. Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternſchnuppen zur Erde gefallen, iſt vielfach in entgegengeſetztem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondiſſement Belley), welche in der Nacht von 13 Nov. 1835, alſo zu der Epoche des bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden, erhielten das Feuer, wie es ſcheint, nicht aus einer fallenden Sternſchnuppe, ſondern aus einer zerſprengenden Feuerkugel, welche (problematiſch gebliebene) Aërolithen ſoll haben fallen laſſen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnlicher Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entſtand den 22. März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9. Juni 1822) wurde einer bei Poitiers geſehenen ſchönen Sternſchnuppe beigemeſſen. Das nicht vollſtändig genug beſchriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternſchnuppe glich ganz den ſogenannten römiſchen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geradlinigen Strich zurück, nach oben ſehr ſchmal, nach unten ſehr breit, und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aërolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternſchnuppen enthalten, in den äußerſten Schichten der Atmoſphäre, deren ſtrahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erſcheinungen darthun? Die, oben erwähnten, ſo verſchiedenen Farben während des Verbrennungs-Proceſſes laſſen auf chemiſche, ſtoffartige Verſchiedenheit ſchließen. Dazu ſind die Formen jener Feuermeteore überaus wechſelnd; einige bilden nur phosphoriſche Linien, von ſolcher Feinheit und Menge, daß Forſter im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem ſchwachen Schimmer erleuchtet*) ſah. Viele Sternſchnuppen bewegen ſich bloß als leuchtende Punkte und laſſen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei ſchnellem oder langſamerem Verſchwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang ſind, iſt um ſo merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen ſich krümmt, und ſich wenig fortbewegt. Das ſtundenlange Leuchten des Schweifes einer längſt verſchwundenen Feuerkugel, welches Admiral Kruſenſtern und ſeine Begleiter auf ihrer Weltumſeglung beobachteten, erinnert lebhaft an das lange Leuchten der Wolke, aus welcher der große Aërolith von Aegos Potamoi ſoll herabgefallen ſein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (Kosmos Buch I. Anm. S. 55, 56 und 65).

Es giebt Sternſchnuppen von ſehr verſchiedener Größe, bis zum ſcheinbaren Durchmeſſer des Jupiter oder der Venus anwachſend; auch hat man in dem Sternſchnuppenfalle von Toulouſe (10. April 1812) und bei einer am 23. Auguſt deſſelben Jahres in Utrecht be-

*) Forſter, Mémoire sur les Etoiles filantes p. 31.

kehrende Erscheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov 12—13.) sich der Erscheinung vom Jahre 1799 erinnerte*).

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—8., Herick in New-Haven 1838 Dec. 7—8., Heis 1847 Dec. 8. und 10.

Acht bis neun Epochen periodischer Meteorströme, von denen die letzteren 5 die sicherer bestimmten sind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verschiedener Monate sind nicht allein unter einander verschieden, auch in verschiedenen Jahren wechseln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz desselben Stromes."

„Die obere Grenze der Höhe der Sternschnuppen ist mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt schon alle Höhen über 30 Meilen für wenig sicher bestimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Buch I. S. 58) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 91000 Fuß) setzte, ist sehr zu verringern. Einzelne steigen nach Messungen fast bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographischen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10. Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau gesehene Sternschnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verschwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verschwanden in derselben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der älteren Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemessenen Sternschnuppen 4 eine Höhe hatten von nur 1—3 Meilen, 15 zwischen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (fast $^1/_3$) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (also kaum $^1/_{10}$) über 20 M., und zwar zwischen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren gesammelten Beobachtungen ist in Hinsicht auf die Farbe der Sternschnuppen geschlossen worden: daß $^2/_3$ weiß, $^1/_7$ gelb, $^1/_{17}$ gelbroth, und nur $^1/_{37}$ grün sind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12. zum 13. November im Jahr 1838 in Bremen sich ein schönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch diese Region hinschießenden Sternschnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man schließen kann, daß die Nordlichtstrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternschnuppen da, wo sie im Fallen unsichtbar wurden. (Schum. Astr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geschwindigkeit der Sternschnuppen ist bisher zu $4^1/_2$ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geschätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geschwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Buch I. S. 58 und Anm.). Correspondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternschnuppe, welche 12 Meilen senkrecht über St. Goar

*) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man sie damals gekannt hätte: z. B. die von Klöden 1823 Nov. 12–13 in Potsdam, die von Bérard 1831 Nov. 12–13 an der spanischen Küste und die von Graf Suchteln zu Orenburg 1832 Nov. 12–13 beobachteten Meteorströme (Kosmos Buch I. S. 60 und Schum. Astr. Nachr. No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11. und 12. Nov. 1799, welches wir, Bonpland und ich, beschrieben haben (Voyage aux Régions équinoxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34–53 6d. in 8°), dauerte von 2 bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reise, welche wir durch die Waldregion des Orinoco südlich bis zum Rio Negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Missionaren gesehen und zum Theil in Kirchenbüchern aufgezeichnet war. In Labrador und Grönland hatte er die Eskimos bis Lichtenau und Neu-Herrnhut (Br. 64° 14′) in Erstaunen versetzt. Zu Ilmersteedt bei Weimar sah der Prediger Zeising das, was zugleich unter dem Aequator und nahe am nördlichen Polarkreis in Amerika sichtbar war. Da die Periodicität des St. Laurentius-Stromes (10. Aug.) erst weit später die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, als das November-Phänomen, so habe ich mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Sternschnuppenfälle vom 12.–13. Nov. bis 1846 zusammengestellt. Es sind deren funfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831–1839, alle Jahre; 1841 und 1846. Ich schließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage abweichen: wie 10. Nov. 1787, 8. Nov. 1813. Eine solche fest an einzelne Tage gefesselte Periodicität ist um so wundersamer, als Körper von so wenig Masse so leicht Störungen ausgesetzt sind, und die Breite des Ringes, in welchen man sich die Meteore eingeschlossen vorstellt, in der Erdbahn mehrere Tage umfassen kann. Die glänzendsten November-Ströme sind gewesen 1799, 1831, 1833; 1834. (Wo in meiner Beschreibung der Meteore von 1799 den größten Boliden oder Feuerkugeln ein Durchmesser von 1″ und $1''^1/_4$ zugeschrieben wird, hätte es 1 und $1^1/_4$ Mond-Durchmesser heißen sollen.) Es ist hier auch der Ort, der Feuerkugel zu erwähnen, welche die besondere Aufmerksamkeit des Directors der Sternwarte von Toulouse, Herrn Petit, auf sich gezogen, und deren Umlauf um die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 Août 1847 und Schum. Astr. Nachr. No. 701 S. 71.

dauernde Explosion, welcher 3 bis 4 Kanonenschüsse und ein Getöse wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Explosion entfernten sich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen bestand. Keine Lichterscheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptischen Bodenfläche, deren große Axe von SO nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorsteine, von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend *), dampften sichtbar, und, was sehr auffallend ist, sie waren in den ersten Tagen nach dem Fall leichter zersprengbar als nachher. Ich habe absichtlich bei dieser Erscheinung länger verweilt, um sie mit einer vom 13. Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (d'Eure et Loire), eine Meile westlich von Chartres, ein dunkles Gewölk gesehen, in dem man wie einen Kanonenschuß hörte, wobei zugleich ein Zischen in der Luft vernommen wurde, verursacht durch den Fall eines sich in einer Curve bewegenden schwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war so heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er wurde von Lavoisier, Fougeroux und Cadet sehr unvollkommen analysirt. Eine Lichterscheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfing, periodische Sternschnuppenfälle zu beobachten und also in bestimmten Nächten auf ihre Erscheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abstande von Mitternacht zunahm, daß die meisten zwischen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großem Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11. zum 12. Nov. 1799 hatte mein Reisebegleiter den größten Schwarm von Sternschnuppen zwischen 2½ und 4 Uhr gesehen. Ein sehr verdienstvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Institut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es ist schwer, die Ursach einer solchen stündlichen Variation, einen Einfluß des Abstandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verschiedenen Meridianen die Sternschnuppen erst in einer bestimmten Frühstunde vorzugsweise sichtbar werden, so müßte man bei einem kosmischen Ursprung annehmen, was doch wenig wahrscheinlich ist: daß diese Nacht- oder vielmehr Frühmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternschnuppen geeignet seien, während in anderen Nachtstunden mehr Sternschnuppen vor Mitternacht unsichtbar vorüberziehen. Wir müssen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen sammeln.

Die Hauptcharaktere der festen Massen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemischen Verhalten und dem in ihnen besonders von Gustav Rose erforschten krystallinischen Gewebe im Kosmos (Buch I. S. 63—65) nach dem Standpunkt unseres Wissens im Jahr 1845 ziemlich vollständig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Proust, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Gustav und Heinrich Rose, Boussingault, Rammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges †) Material geliefert; und doch entgehen unserem Blicke [illegible] der ge-

*) Neuerdings bei dem Aërolithenfall von Braunau (14. Juli 1847) waren die gefallenen Steinmassen nach 6 Stunden noch so heiß, daß man sie nicht, ohne sich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die scythische Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. „Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et pipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedentem capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et itidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiasse; accedente vero natu minimo, fuisse extinctum, hunceque illud domum suam extulisse, qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse." (Herodot IV, 5 und 7 nach der Uebersetzung von Schweighäuser.) Ist aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographische Mythe: eine Anspielung auf drei Königssöhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anspielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngsten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? Brandstäter, Scythica de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

†) Von Metallen wurden in den Meteorsteinen entdeckt: Nickel von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius

fallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig ist, wie unter allen Zonen, an den von einander entferntesten Punkten, die Aërolithen eine gewisse physiognomische Aehnlichkeit haben: in Grönland, Merico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindoston; so bieten dieselben doch bei näherer Untersuchung eine sehr große Verschiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{35}{100}$ Eisen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; fast alle haben einen dünnen, schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das specifische Gewicht einiger Meteorsteine steigt bis 4,28 wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen bestehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem krystallisirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen sind; andere (die Masse von Pallas) zeigen blos nickelhaltiges Eisen und Olivin, noch andere (nach den Stoffverhältnissen der Mischung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Uebersicht der Resultate, welche ein scharfsinniger Chemiker, Prof. Rammelsberg, der sich in der neueren Zeit ununterbrochen, so thätig als glücklich, mit der Analyse der Aërolithen und ihrer Zusammensetzung aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteoreisen und Meteorsteine nicht in obsoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteoreisen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten."

„A. Das Meteoreisen, dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Agram 26. Mai 1751, Braunau 14. Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleisen eingemengt, welches jedoch weder Eisenkies noch Magnetkies, sondern ein Eisen-Sulphuret*) zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteoreisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel-Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p.C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit; theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des Meteoreisens enthält auch stets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, welche beim Auflösen des Eisens in Chlorwasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pflegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteoreisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Aigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Errleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen dar, wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalax und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von

*) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

Meteorsteinen angestellt haben, nahm man lange Zeit keine Rücksicht darauf, daß die Gemenge einzelner Verbindungen sein könnten; sondern erforschte ihre Bestandtheile nur im ganzen, indem man sich begnügte den etwaigen Gehalt an metallischem Eisen mittelst des Magnets auszuziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewissen tellurischen Gesteinen aufmerksam gemacht hatte, versuchte Nordenskjöld zu beweisen, daß Olivin, Leucit und Magneteisen die Gemengtheile des Aëroliths von Lontalax in Finland seien; doch erst die schönen Beobachtungen von Gustav Rose haben es außer Zweifel gesetzt, daß der Stein von Juvenas aus Magnetkies, Augit und einem dem Labrador sehr ähnlichen Feldspath bestehe. Hierdurch geleitet, suchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemische Methoden die mineralogische Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blansko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg ist später vielfach befolgt worden."

„α. Die erste und zahlreichere Classe von Meteorsteinen, die mit metallischem Eisen, enthält dasselbe bald fein eingesprengt, bald in größeren Massen: die sich bisweilen als ein zusammenhangendes Eisenskelett gestalten, und so den Uebergang zu jenen Meteor-Eisenmassen bilden, in welchen, wie in der sibirischen Masse von Pallas, die übrigen Stoffe zurücktreten. Wegen ihres beständigen Olivin-Gehalts sind sie reich an Talkerde. Der Olivin ist derjenige Gemengtheil dieser Meteorsteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem tellurischen ist er ein Silicat von Talkerde und Eisen-Orydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, ist ein Gemenge von Feldspath- und Augit-Substanz, deren Natur sich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Gesammtmischung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) bestimmen läßt."

„β. Die zweite, viel seltenere Classe von Meteorsteinen ist weniger untersucht. Sie enthalten theils Magneteisen, Olivin, und etwas Feldspath- und Augit-Substanz; theils bestehen sie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldspath-Geschlecht ist dann durch Anorthit*) repräsentirt. Chromeisen (Chromoxyd-Eisenoxydul) findet sich in geringer Menge fast in allen Meteorsteinen; Phosphorsäure und Titansäure, welche Rammelsberg in dem so merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, traten vielleicht auf Apatit und Titanit."

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan: also 18 Stoffe†). Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nickeleisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) orydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit."

Es würde mir noch übrig bleiben, um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatsachen, abgesondert von hypothetischen Ahndungen, zu concentriren, die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Trappgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist," bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, zu-

*) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Rammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

†) Vergl. Kosmos Buch I. S. 64.

fallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig ist, wie unter allen Zonen, an den von einander entferntesten Punkten, die Aërolithen eine gewisse physiognomische Aehnlichkeit haben: in Grönland, Merico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindostan; so bieten dieselben doch bei näherer Untersuchung eine sehr große Verschiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{26}{100}$ Eisen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; fast alle haben einen dünnen, schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das specifische Gewicht einiger Meteorsteine steigt bis 4,28 wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen bestehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem krystallisirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen sind; andere (die Masse von Pallas) zeigen blos nickelhaltiges Eisen und Olivin, noch andere (nach den Stoffverhältnissen der Mischung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Uebersicht der Resultate, welche ein scharfsinniger Chemiker, Prof. Rammelsberg, der sich in der neueren Zeit ununterbrochen, so thätig als glücklich, mit der Analyse der Aërolithen und ihrer Zusammensetzung aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteoreisen und Meteorsteine nicht in obsoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteoreisen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten."

„A. Das Meteoreisen, dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Agram 26. Mai 1751, Braunau 14. Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleisen eingemengt, welches jedoch weder Eisenkies noch Magnetkies, sondern ein Eisen-Sulphuret*) zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteoreisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel-Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p.C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit; theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des Meteoreisens enthält auch stets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, welche beim Auflösen des Eisens in Chlorwasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pflegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteoreisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Aigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Errleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen dar, wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalax und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von

*) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

ſtehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und teleſcopiſche Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geſchwindigkeit des Lichts nach Verſchiedenheit ſeiner Quellen, die unvollkommene Meſſung der Licht-Intenſität, die neuen optiſchen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterſcheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixſternhimmel; die numeriſche Angabe der an ihm ſelbſtleuchtenden Sonnen, ſo weit ihre Poſition beſtimmt iſt; ihre wahrſcheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemeſſenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixſterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelſternen; die Nebelflecke, in ſo fern dieſe nicht ferne und ſehr dichte Sternſchwärme ſind.

Der Uebergang von dem ſideriſchen Theile der Uranologie, von dem Fixſternhimmel, zu unſrem Sonnenſyſteme iſt nur der Uebergang vom Univerſellen zum Beſonderen. In der Claſſe der Doppelſterne bewegen ſich ſelbſtleuchtende Weltkörper um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt: in unſrem Sonnen-Syſteme, das aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzt iſt, kreiſen dunkle Weltkörper um einen ſelbſtleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinſamen Schwerpunkt, der zu verſchiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes ſind ungleicher Natur; verſchiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es ſind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchſchneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und mit vieler Wahrſcheinlichkeit die periodiſchen Meteor-Aſteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatſächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Geſetze der planetariſchen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erſtes Geſetz: jede Bahn eines planetariſchen Körpers iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpunkt ſich die Sonne befindet. Zweites Geſetz: in gleichen Zeiten beſchreibt jeder planetariſche Körper gleiche Sectoren um die Sonne. Drittes Geſetz: die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten ſich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Geſetz wird bisweilen das erſte genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die beiden erſten Geſetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetariſchen Körper gäbe; das dritte und wichtigſte, welches neunzehn Jahre ſpäter entdeckt ward, feſſelt die Bewegung zweier Planeten an Ein Geſetz. (Das Manuſcript der Harmonices Mundi, welche 1619 erſchien, war bereits vollendet den 27. Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17. Jahrhunderts die Geſetze der Planeten-Bewegung empiriſch aufgefunden wurden; wenn Newton erſt die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Geſetze als nothwendige Folgen zu betrachten ſind; ſo hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Erforſchung aſtronomiſcher Wahrheiten eröffnete, das Verdienſt gehabt, die Stabilität des Planetenſyſtems darzuthun. Die Hauptelemente dieſer Stabilität ſind: die Unveränderlichkeit der großen Aren der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poiſſon erwieſen; die lange periodiſche, in enge Grenzen eingeſchloſſene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger ſonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Maſſen, da die des Jupiter ſelbſt nur $\frac{1}{1048}$ der Maſſe des alles beherrſchenden Centralkörpers iſt; endlich die Einrichtung: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entſtehung alle Planeten des Sonnenſyſtems ſich in Einer Richtung translatoriſch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geſchieht von geringer und ſich wenig ändernder Ellipſität, in Ebenen von mäßigen Unterſchieden der Inclination; daß die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinſchaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichſam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, ſind an die Bedingung gegenſeitiger Wirkung in einem inneren abgeſchloſſenen Kreiſe geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetenſyſtem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 309 und 391); ſo kann allerdings dieſe Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Beſtehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflicte ſich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperboliſcher Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Maſſe durch eine ungeheure Geſchwindigkeit erſetzt wird, doch mit Beſorgniß nur eine Phantaſie erfüllen, welche für die

breitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung*), deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Schlußworte.

Den uranologischen Theil der physischen Weltbeschreibung beschließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erstrebte (ich sage nicht das Geleistete), nach der Ausführung eines so schwierigen Unternehmens von neuem daran erinnern zu müssen, daß diese Ausführung nur unter den Bedingungen hat geschehen können, welche in der Einleitung zum dritten Buche des Kosmos bezeichnet worden sind. Der Versuch einer solchen kosmischen Bearbeitung beschränkt sich auf die Darstellung der Himmelsräume und dessen, was sie von geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterscheidet sich daher, nach der Natur des unternommenen Werkes, wesentlich von den mehr umfassenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Astronomie, welche die verschiedenen Literaturen zur jetzigen Zeit aufzuweisen haben. Astronomie, als Wissenschaft der Triumph mathematischer Gedankenverbindung, auf das sichere Fundament der Gravitations-Lehre und die Vervollkommnung der höheren Analysis (eines geistigen Werkzeugs der Forschung) gegründet, behandelt Bewegungs-Erscheinungen, gemessen nach Raum und Zeit; Oertlichkeit (Position) der Weltkörper in ihrem gegenseitigen, sich stets verändernden Verhältniß zu einander; Formwechsel, wie bei den geschweiften Cometen; Lichtwechsel, ja Auflodern und gänzliches Erlöschen des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im Weltall vorhandenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, was in der tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforscht worden ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe den unbefriedigten, in zahllosen unnennbaren Combinationen auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung der Materie wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterogeneität hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumtheilen erregend, complicirt die Heterogeneität der Stoffe alle Probleme des irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natur. Von den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung bis jetzt befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderablen Materie (Massen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen gerichtet, ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in ihnen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestaltung und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Untersuchung der Mittel zum Erfassen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserscheinungen gehören nicht in den Plan dieses Werkes. Die physische Weltbeschreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organisch belebt, in den beiden Sphären der uranologischen und tellurischen Verhältnisse. Sie weilt bei den aufgefundenen Naturgesetzen, und behandelt sie wie errungene Thatsachen, als unmittelbare Folgen empirischer Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht versuchen den Zusammenhang der Erscheinungen theoretisch zu begründen. In dieser Beschränkung des vorgesetzten Planes habe ich in dem astronomischen Buche des Kosmos desto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatsachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: seiner Temperatur, dem Maaße seiner Durchsichtigkeit, und dem wider-

*) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft Bd. I. S. 232. Alles, was im Texte von S. 619 bis S. 621 durch Anführungszeichen unterschieden ist, wurde aus Handschriften des Prof. Rammelsberg (Mai 1851) entlehnt.

ſtehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und teleſcopiſche Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geſchwindigkeit des Lichts nach Verſchiedenheit ſeiner Quellen, die unvollkommene Meſſung der Licht-Intenſität, die neuen optiſchen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterſcheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixſternhimmel; die numeriſche Angabe der an ihm ſelbſtleuchtenden Sonnen, ſo weit ihre Poſition beſtimmt iſt; ihre wahrſcheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemeſſenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixſterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelſternen; die Nebelflecke, in ſo fern dieſe nicht ferne und ſehr dichte Sternſchwärme ſind.

Der Uebergang von dem ſideriſchen Theile der Uranologie, von dem Fixſternhimmel, zu unſrem Sonnenſyſteme iſt nur der Uebergang vom Univerſellen zum Beſonderen. In der Claſſe der Doppelſterne bewegen ſich ſelbſtleuchtende Weltkörper um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt: in unſrem Sonnen-Syſteme, das aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzt iſt, kreiſen dunkle Weltkörper um einen ſelbſtleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinſamen Schwerpunkt, der zu verſchiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes ſind ungleicher Natur; verſchiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es ſind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchſchneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und mit vieler Wahrſcheinlichkeit die periodiſchen Meteor-Aſteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatſächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Geſetze der planetariſchen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erſtes Geſetz: jede Bahn eines planetariſchen Körpers iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpunkt ſich die Sonne befindet. Zweites Geſetz: in gleichen Zeiten beſchreibt jeder planetariſche Körper gleiche Sectoren um die Sonne. Drittes Geſetz: die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten ſich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Geſetz wird bisweilen das erſte genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die beiden erſten Geſetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetariſchen Körper gäbe; das dritte und wichtigſte, welches neunzehn Jahre ſpäter entdeckt ward, feſſelt die Bewegung zweier Planeten an Ein Geſetz. (Das Manuſcript der Harmonices Mundi, welche 1619 erſchien, war bereits vollendet den 27. Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17. Jahrhunderts die Geſetze der Planeten-Bewegung empiriſch aufgefunden wurden; wenn Newton erſt die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Geſetze als nothwendige Folgen zu betrachten ſind; ſo hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infiniteſimal-Rechnung zur Erforſchung aſtronomiſcher Wahrheiten eröffnete, das Verdienſt gehabt, die Stabilität des Planetenſyſtems darzuthun. Die Hauptelemente dieſer Stabilität ſind: die Unveränderlichkeit der großen Aren der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poiſſon erwieſen; die lange periodiſche, in enge Grenzen eingeſchloſſene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger ſonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Maſſen, da die des Jupiter ſelbſt nur $\frac{1}{1048}$ der Maſſe des alles beherrſchenden Centralkörpers iſt; endlich die Einrichtung: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entſtehung alle Planeten des Sonnenſyſtems ſich in Einer Richtung translatoriſch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geſchieht von geringer und ſich wenig ändernder Ellipſität, in Ebenen von mäßigen Unterſchieden der Inclination; daß die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinſchaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichſam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, ſind an die Bedingung gegenſeitiger Wirkung in einem inneren abgeſchloſſenen Kreiſe geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetenſyſtem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 309 und 391); ſo kann allerdings dieſe Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Beſtehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflicte ſich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperboliſcher Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Maſſe durch eine ungeheure Geſchwindigkeit erſetzt wird, doch mit Beſorgniß nur eine Phantaſie erfüllen, welche für die

Inhalts-Uebersicht.

Erstes Buch.

rrede S. III–VI.

leitende Betrachtungen über die Verschie-denartigkeit des Natur-Genusses und die wissenschaftliche Ergründung der Weltge-setze S. 7–24.

Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen als eck aller Naturforschung. — Natur ist für die den-e Betrachtung Einheit in der Vielheit. — Verschie-heit der Stufen des Naturgenusses. — Wirkung des ntritts in das Freie; Genuß ohne Einsicht in das rken der Naturkräfte, ohne Eindruck von dem indivi-llen Charakter einer Gegend. — Wirkung der physio-mischen Gestaltung der Oberfläche oder des Charak-der Vegetation. Erinnerung an die Waldthäler der rdilleren und an den Vulkan von Teneriffa. Vorzüge Gebirgsgegend dem Aequator nahe, wo im engsten ume die Mannigfaltigkeit der Natur-Eindrücke ihr aximum erreicht, wo es dem Menschen gegeben ist, le Gestirne des Himmels und alle Gestalten der anzen gleichzeitig zu sehen S. 8–13. — Trieb nach rforschungen der Ursachen physischer Erscheinungen. — nige Ansichten über das Wesen der Naturkräfte, durch vollständigkeit der Beobachtung oder der Induction eugt. — Rohe Anhäufung physischer Dogmen, die ein Jahrhundert dem anderen aufdringt. Verbreitung der-selben unter die höheren Volksclassen. Neben der wis-schaftlichen Physik besteht eine andere, ein tief einge-wurzeltes System ungeprüfter, mißverstandener Erfah-rungssätze. — Aufsuchung von Naturgesetzen. Besorg-niß, daß die Natur bei dem Forschen in das innere Wesen der Kräfte von ihrem geheimnißvollen Zauber verliert, daß der Naturgenuß durch das Naturwissen inwendig geschwächt werde. Vorzüge der generellen Ansichten, die der Wissenschaft einen erhabenen und ern-sten Charakter verleihen. Mögliche Trennung des All-gemeinen von dem Besonderen. Beispiele aus der Astro-nomie, den neuen optischen Entdeckungen, der physischen Erdkunde und der Geographie der Pflanzen. Zugäng-lichkeit des Studiums der physischen Weltbeschreibung. 14–22. — Mißverstandenes populäres Wissen und Verwechselung einer Weltbeschreibung mit einer En-cyclopädie der Naturwissenschaften. Nothwendigkeit der gleichzeitigen Würdigung aller Theile des Naturstudi-ums. Einfluß dieses Studiums auf den National-Reichthum und den Wohlstand der Völker; doch ist sein höher und eigentlicher Zweck ein innerer, der der er-weiterten geistigen Thätigkeit. Form der Behandlung in Vortrag und Darstellung; Wechselverkehr zwischen Ge-danken und Sprache. S. 22–24.

In den Anmerkungen: Vergleichende hypsometrische Angaben, Bergmessungen des Dhawalagiri, Jawahir, Chimborazo, Aetna nach Sir John Herschel, der schwei-zer Alpen u. s. w. (S. 10). — Seltenheit der Palmen und Farn im Himalaya (S. 10 und 11). — Europäische Pflanzenformen in den indischen Gebirgen (S. 11). — Nördliche und südliche Grenze des ewigen Schnees am Himalaya; Einfluß der Hochebene von Tübet (S. 11 und 12). — Fische der Vorwelt (S. 19).

Begrenzung und wissenschaftliche Behand-lung einer physischen Welt-Beschreibung S. 24–35.

Inhalt der Lehre vom Kosmos oder der physischen Erdbeschreibung. Sonderung von anderen verwandten Disciplinen. S. 24–27. — Der uranologische Theil des Kosmos ist einfacher als der tellurische; die Ausschlie-ßung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschieden-heit vereinfacht die Mechanik des Himmels. — Ursprung des Wortes Kosmos, Schmuck und Weltordnung. Das Seiende ist im Begreifen der Natur nicht abso-lut vom Werden zu trennen. Weltgeschichte und Weltbeschreibung. S. 28–32. — Versuche, die Vielheit der Erscheinungen im Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zu-sammenhanges zu fassen. — Naturphilosophie ist aller genauen Beobachtung schon im Alterthum vorher-gegangen, ein natürliches, bisweilen irregeleitetes Stre-ben der Vernunft. — „wei Formen der Abstraction be-herrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantita-tive (Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe) und qualitative (stoffartige Beschaffenheiten). — Mittel, die Erscheinungen dem Calcül zu unterwerfen. Atome, mechanische Constructions-Methoden; sinnbild-liche Vorstellungen; Mythen der imponderablen Stoffe und eigener Lebenskräfte in jeglichem Organismus. — Was durch Beobachtung und Experiment (Hervorrufen der Erscheinungen) erlangt ist, führt durch Analogie und Induction zur Erkenntniß empirischer Gesetze. All-mälige Vereinfachung und Verallgemeinerung derselben. — Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen. Der so viele Jahrhunderte hindurch gesammelte Schatz empirischer Anschauung wird nicht von der Philosophie wie von einer feindlichen Macht bedroht. S. 33–35.

In den Anmerkungen: Ueber die allgemeine und vergleichende Erdkunde des Varenius (S. 29). — Philologische Untersuchung über κόσμος und mundus S. 30 und 31.

Naturgemälde. Uebersicht der Erscheinungen S. 36–191.

Einleitung S. 36–38. Ein beschreibendes Weltgemälde umfaßt das Universum (τὸ πᾶν) in seinen beiden Sphären, der himmlischen und irdischen. — Form und Gang der Darstellung. Es beginnt dieselbe mit den Tiefen des Weltraums, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitations-Gesetze erkennen, mit der Region der fernsten Nebelflecke und Doppelsterne; und steigt stufen-weise herab durch die Sternschicht, der unser Sonnensy-stem angehört, zu dem luft- und meerumflossenen Erd-sphäroid, seiner Gestaltung, Temperatur und magneti-schen Spannung, zu der organischen Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, sich an seiner Oberfläche entfaltet. — Partielle Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen von einander. — Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlen-werthe der letzte Zweck; sie sind der Ausdruck phy-sischer Gesetze, die Mächte des Kosmos. — Das Welt-gemälde beginnt nicht mit dem Tellurischen, wie aus ei-nem subjectiven Standpunkte hätte vorgezogen werden können; es beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Vertheilung der Materie; sie ist theils zu roti-renden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiede-ner Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend, dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Vorläufige Ueber-sicht der einzelnen Theile des Naturgemäldes, um die Aneinanderreihung der Erscheinungen kenntlich zu ma-chen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 38–77.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Namen und Größe der Doppelsterne	Halbe große Axe	Excentricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Berechner	
	3″,857	0,4164	58,262	Savary	1830
ξ Ursae majoris	3,278	0,3777	60,720	J. Herschel	1849
(4. und 5. Gr.)	2,295	0,4037	61,300	Mädler	1847
	2,439	0,4315	61,576	V. Villarceau	1848
	4″,328	0,4300	73,862	Encke	1832
p. Ophiuchi	4,966	0,4445	92,338	V. Villarceau	1849
(4. und 6. Gr.)	4,8..	0,4781	92,...	Mädler	1849
ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler	1847
(3. und 6,5. Gr.)	1,254	0,4482	36,357	V. Villarceau	1847
	0″,902	0,2891	42,50	Mädler	1847
η Coronae	1,012	0,4744	42,501	V. Villarceau	1847
(5,5. und 6. Gr.)	1,111	0,4695	66,257	Derselbe, 2te Lösung	

Das Problem der Umlaufszeit von η Coronae giebt zwei Solutionen: von 42,5 und 66,3 Jahren; aber die neuesten Beobachtungen von Otto Struve geben dem zweiten Resultate den Vorzug. Herr Yvon Villarceau findet für die halbe große Axe, Excentricität und Umlaufszeit in Jahren:

γ Virginis	3″,446	0,8699	153,787
ζ Cancri	0″,934	0,3662	58,590
α Centauri	12″,128	0,7187	78,486

Die Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen, welche ζ Herculis dargeboten hat, habe ich (S. 499) scheinbar genannt. Herr Faye zeigt, daß sie eine Folge der factischen Durchmesser der Sterne (Kosmos Buch III. S. 412 u. 450) in unseren Fernröhren ist. — Die Parallaxe von 1830 Groombridge, welche ich S. 489 dieses Buches 0″,226 angegeben, ist gefunden von Schlüter und Wichmann zu 0″,182; von Otto Struve zu 0″,034.

S. 582 Z. 34.

Als der Druck des Abschnittes von den Kleinen Planeten schon geendigt war, ist uns erst im nördlichen Deutschlande die Kunde von der Entdeckung eines fünfzehnten kleinen Planeten (Eunomia) gekommen. Er ist wiederum von Herrn de Gasparis und zwar am 19. Juli 1851 entdeckt worden. Die Elemente der Eunomia, berechnet von G. Rümker, sind:

Epoche der mittleren Länge	1851 Oct. 1,0 m. Greenw. Zeit
mittlere Länge	321°25′29″
Länge des Perihels	27 35 38
Länge des aufsteigenden Knotens	293 52 55
Neigung	11 43 43
Excentricität	0,188402
halbe große Axe	2,64758
mittlere tägliche Bewegung	823,630
Umlaufszeit	1574 Tage.

S. 592 Z. 14.

Nach einer freundschaftlichen Mittheilung von Sir John Herschel (8. Nov. 1851) hat Herr Lassell am 24., 28., 30. Oct. und 2. Nov. des vorgenannten Jahres zwei Uranus-Satelliten deutlich beobachtet, die dem Hauptplaneten noch näher zu liegen scheinen als der erste Satellit von Sir William Herschel, welchem dieser eine Umlaufszeit von ungefähr 5 Tagen und 21 Stunden zuschreibt, welcher aber nicht erkannt wurde. Die Umlaufszeiten der beiden jetzt von Lassell gesehenen Uranustrabanten waren nahe an 4 und 2½ Tage.

Inhalts-Uebersicht.

Erstes Buch.

rede S. III–VI.

leitende Betrachtungen über die Verschie-enartigkeit des Natur-Genusses und die issenschaftliche Ergründung der Weltge-etze S. 7–24.

insicht in den Zusammenhang der Erscheinungen als k aller Naturforschung. — Natur ist für die den-r Betrachtung Einheit in der Vielheit. — Verschie-eit der Stufen des Naturgenusses. — Wirkung des ritts in das Freie; Genuß ohne Einsicht in das ten der Naturkräfte, ohne Eindruck von dem indivi-len Charakter einer Gegend. — Wirkung der physio-nischen Gestaltung der Oberfläche oder des Charak-der Vegetation. Erinnerung an die Waldthäler der illeren und an den Vulkan von Teneriffa. Vorzüge Gebirgsgegend dem Aequator nahe, wo im engsten me die Mannigfaltigkeit der Natur-Eindrücke ihr imum erreicht, wo es dem Menschen gegeben ist, e Gestirne des Himmels und alle Gestalten der nzen gleichzeitig zu sehen S. 8–13. — Trieb nach suchungen der Ursachen physischer Erscheinungen. — ge Ansichten über das Wesen der Naturkräfte, durch ollständigkeit der Beobachtung oder der Induction gt. — Rohe Anhäufung physischer Dogmen, die ein rhundert dem anderen aufdringt. Verbreitung der-n unter die höheren Volksclassen. Neben der wis-schaftlichen Physik besteht eine andere, ein tief einge-zeltes System ungeprüfter, mißverstandener Erfah-gssätze. — Aufsuchung von Naturgesetzen. Besorg-, daß die Natur bei dem Forschen in das innere en der Kräfte von ihrem geheimnißvollen Zauber iert, daß der Naturgenuß durch das Naturwissen wendig geschwächt werde. Vorzüge der generellen chten, die der Wissenschaft einen erhabenen und ern-Charakter verleihen. Mögliche Trennung des All-einen von dem Besonderen. Beispiele aus der Astro-ie, den neuen optischen Entdeckungen, der physischen kunde und der Geographie der Pflanzen. Zugäng-keit des Studiums der physischen Weltbeschreibung. 14–22. — Mißverstandenes populäres Wissen Verwechselung einer Weltbeschreibung mit einer En-pädie der Naturwissenschaften. Nothwendigkeit der hzeitigen Würdigung aller Theile des Naturstudi-. Einfluß dieses Studiums auf den National-thum und den Wohlstand der Völker; doch ist sein t und eigentlicher Zweck ein innerer, der der er-en geistigen Thätigkeit. Form der Behandlung in trag und Darstellung; Wechselverkehr zwischen Ge-en und Sprache. S. 22–24.

in den Anmerkungen: Vergleichende hypsometrische aben, Bergmessungen des Dhawalagiri, Jawahir, nburgo, Aetna nach Sir John Herschel, der schwei-Alpen u. s. w. (S. 10). — Seltenheit der Palmen Farn im Himalaya (S. 10 und 11). — Europäische nzenformen in den indischen Gebirgen (S. 11). — dliche und südliche Grenze des ewigen Schnees am alaya; Einfluß der Hochebene von Tübet (S. 11 12). — Fische der Vorwelt (S. 19).

renzung und wissenschaftliche Behand-ung einer physischen Welt-Beschreibung S. 24–35.

ndalt der Lehre vom Kosmos oder der physischen tbeschreibung. Sonderung von anderen verwandten Disciplinen. S. 24–27. — Der uranologische Theil des Kosmos ist einfacher als der tellurische; die Ausschließung von allem Wahrnehmbaren der Stoff-Verschiedenheit vereinfacht die Mechanik des Himmels. — Ursprung des Wortes Kosmos, Schmuck und Weltordnung. Das Seiende ist im Begriffen der Natur nicht absolut vom Werden zu trennen. Weltgeschichte und Weltbeschreibung. S. 28–32. — Versuche, die Vielheit der Erscheinungen im Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu fassen. — Naturphilosophie ist aller genauen Beobachtung schon im Alterthum vorhergegangen, ein natürliches, bisweilen irregeleitetes Streben der Vernunft. — Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erkenntniß, quantitative (Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe) und qualitative (stoffartige Beschaffenheiten). — Mittel, die Erscheinungen dem Calcül zu unterwerfen. Atome, mechanische Constructions-Methoden; fiunbildliche Vorstellungen; Mythen der imponderablen Stoffe und eigener Lebenskräfte in jeglichem Organismus. — Was durch Beobachtung und Experiment (Hervorrufen der Erscheinungen) erlangt ist, führt durch Analogie und Induction zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Allmälige Vereinfachung und Verallgemeinerung derselben. — Anordnung des Aufgefundenen nach leitenden Ideen. Der so viele Jahrhunderte hindurch gesammelte Schatz empirischer Anschauung wird nicht von der Philosophie wie von einer feindlichen Macht bedroht. S. 33–35.

In den Anmerkungen: Ueber die allgemeine und vergleichende Erdkunde des Varenius (S. 29). — Philologische Untersuchung über κόσμος und mundus S. 30 und 31.

Naturgemälde. Uebersicht der Erscheinungen S. 36–191.

Einleitung S. 36–38. Ein beschreibendes Weltgemälde umfaßt das Universum (τὸ πᾶν) in seinen beiden Sphären, der himmlischen und irdischen. — Form und Gang der Darstellung. Es beginnt dieselbe mit den Tiefen des Weltraums, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitations-Gesetze erkennen, mit der Region der fernsten Nebelflecke und Doppelsterne; und steigt stufenweise herab durch die Sternschicht, der unser Sonnensystem angehört, zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, seiner Gestaltung, Temperatur und magnetischen Spannung, zu der organischen Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt, sich an seiner Oberfläche entfaltet. — Partielle Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen von einander. — Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck; sie sind der Ausdruck physischer Gesetze, die Mächte des Kosmos. — Das Weltgemälde beginnt nicht mit dem Tellurischen, wie aus einem subjectiven Standpunkte hätte vorgezogen werden können; es beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Vertheilung der Materie; sie ist theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend, dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Vorläufige Uebersicht der einzelnen Theile des Naturgemäldes, um die Aneinanderreihung der Erscheinungen kenntlich zu machen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 38–77.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77–191.

a) Gestalt der Erde, mittlere Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Thätigkeit, Lichtprocesse S. 77–104.

b) Lebensthätigkeiten des Erdkörpers nach außen. — Reaction des Inneren des Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche. Unterirdisches Getöse ohne Erschütterungswellen. Erdbeben als dynamisches Phänomen. S. 104–112.

c) Stoffartige Productionen, die das Erdbeben oft begleiten. Luft- und Wasser-Quellen. Salsen und Schlamm-Vulkane. Hebungen des Bodens durch elastische Kräfte. S. 112–116.

d) Feuerspeiende Berge. Erhebungskrater. Vertheilung der Vulkane auf der Erde. S. 116–128.

e) Die vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. — Geognostische Classification der Gebirgsmassen in vier Gruppen. — Contact-Phänomene. — Versteinerungshaltige Schichten. Ihre Aufrichtung. Fauna und Flora der Vorwelt. Zerstreuung der Felsblöcke. S. 128–150.

f) Die geognostischen Epochen, bezeichnet durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsarten, haben den Zustand räumlicher Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere bestimmt. Individuelle Gestaltungen der Feste in horizontaler Ausdehnung und senkrechter Erhebung. — Verhältniß der Areale. Gliederung. Fortgesetzte Faltung der Erdrinde. S. 150–159.

g) Umhüllungen der starren Oberfläche des Planeten, tropfbar-flüssige und luftförmige. Wärmevertheilung in beiden. — Meer. Ebbe und Fluth. Strömungen und ihre Folgen. S. 159–164.

h) Atmosphäre. Chemische Zusammensetzung. — Schwankungen der Dichtigkeit. — Gesetz der Windrichtung. Mittlere Wärme. Aufzählung der temperaturerhöhenden und temperaturvermindernden Ursachen. Continental- und Insel-Klima. Ost- und Westküsten. — Ursach der Krümmung der Isothermen. — Grenze des ewigen Schnees. — Dampfmenge. — Electricität des Luftkreises. Wolkengestalt. S. 165–181.

i) Scheidung des anorganischen Erdenlebens von der Geographie des Organisch-Lebendigen, der Geographie der Pflanzen und Thiere. — Physische Abstufungen des Menschengeschlechts. S. 181–191.

Specielle Zergliederung des Naturgemäldes mit Beziehung auf den Inhalt der Anmerkungen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 38–77.

Inhalt der Welträume. Vielgestaltete Nebelflecke, planetarische Nebel und Nebelsterne. — Landschaftliche Anmuth des südlichen Himmels (S. 39 und 40). — Vermuthungen über die räumliche Anordnung des Weltgebäudes. Unser Sternhaufen, eine Weltinsel. Sternaichungen. — Doppelsterne, um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisend. Entfernung des Sternes 61 im Schwan (S. 41 und Anm. S. 42, und S. 77). — Attractions-Systeme verschiedener Ordnung. S. 39–42. — Unser Sonnensystem viel complicirter, als man es noch am Ende des verflossenen Jahrhunderts geglaubt. Hauptplaneten mit Neptun, Asträa, Hebe und Iris jetzt 15, Nebenplaneten 18; Myriaden von Cometen, worunter mehrere innere, in die Planetenbahnen eingeschlossene; ein rotirender Ring (das Zodiacallicht), und wahrscheinlich Meteorsteine als kleine Weltkörper. — Die teleskopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Asträa, Hebe und Iris, mit ihren stark geneigten und mehr excentrischen, in einander verschlungenen Bahnen, scheiden, als mittlere Gruppe, die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) von der äußeren (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun). Contraste dieser Planetengruppen. — Verhältnisse der Abstände von einem Centralkörper. Verschiedenheiten der absoluten Größe, Dichtigkeit, Umdrehungszeit, Excentricität und Neigung der Bahn. Das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von ihrer Centralsonne. Mondreichste Planeten. S. 43–44. — Räumliche (absolute und relative) Verhältnisse der Nebenplaneten; größter und kleinster der Welt. Ihre Annäherung an einen Hauptplaneten. — Rückläufige Bewegung der Uranusmonde. Libration des Erdmondes. S. 44–47. — Cometen. Kern und Schweif. Mannigfaltige Form und Richtung der Ausströmungen in sphäroidischen Hüllen mit dickerer und dünnerer Wand. Mehrfache Schweife, selbst der Sonne zugekehrt. Formenwechsel des Schweifes; vermuthete Rotation beider. Natur des Lichts. Sogenannte Bedeckungen von Fixsternen durch Cometenkerne. Excentricität der Bahnen und Umlaufszeiten. Größte Entfernung und große Nähe der Cometen. Durchgang durch das System des Jupitersmonde. — Cometen von kurzer Umlaufszeit, wohl besser innere Cometen genannt (Enke, Biela, Faye). S. 47–53. — Kreisende Aerolithen (Meteorsteine, Feuerkugeln, Sternschnuppen). Planetarische Geschwindigkeit. Größe, Form, beobachtete Höhe. Periodische Wiederkehr in Strömen; November-Strom und der des heil. Laurentius. Chemische Zusammensetzung der Meteor-Asteroiden. S. 54–67. — Ring des Thierkreislichts. — Beschränktheit der jetzigen Sonnen-Atmosphäre. S. 67–72. — Orts-Veränderung des ganzen Sonnensystems S. 72–73. — Das Walten der Gravitationsgesetze auch jenseits unseres Sonnensystems. — Milchstraße der Sterne und ihr vermuthetes Aussehen. Milchstraße von Nebelflecken, rechtwinklig mit der der Sterne. — Umlaufszeiten zweifarbiger Doppelsterne. — Sternenteppich; Oeffnungen im Himmel, in der Sternschicht. — Begebenheiten im Weltraum; Aufleben neuer Sterne. — Fortpflanzung des Lichtes; der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar. S. 73–77.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77–191.

a) Gestalt der Erde. Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Spannung und Erdlicht. S. 77–104, und in den Anmerkungen: Ergründung der Abplattung und Krümmung der Erdoberfläche durch Gradmessungen, Pendel-Schwingungen und gewisse Ungleichheiten der Mondsbahn. — Mittlere Dichtigkeit der Erde. — Erdrinde, wie tief wir sie kennen? S. 77–87. — Dreierlei Bewegung der Wärme des Erdkörpers, sein innerer Zustand. Gesetz der Zunahme der Wärme mit der Tiefe. S. 87–90. — Magnetismus, Electricität in Bewegung. Periodische Veränderlichkeit des tellurischen Magnetismus. Störung des regelmäßigen Ganges der Magnetnadel. Magnetische Ungewitter; Andeutung ihrer Wirkung. Offenbarungen der magnetischen Kraft an der Oberfläche in drei Classen der Erscheinungen: Linien gleicher Kraft (isodynamische), gleicher Neigung (isokliniche) und gleicher Abweichung (isogonische). — Lage der Magnetpole. Ihr vermuthet Zusammenhang mit den Kältepolen. — Wechsel aller magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers. — Errichtung magnetischer Warten seit 1828; ein weitverbreitetes Netz magnetischer Stationen. S. 90–99. — Lichtentwickelung an den Magnetpolen; Erdlicht als Folge electro-magnetischer Thätigkeit unseres Planeten. Höhe des Polarlichts. Ob das magnetische Gewitter mit Getöse verbunden ist? Zusammenhang des Polarlichts (seiner electro-magnetischen Licht-Entwickelung) mit der Erzeugung von Cirrus-Wölkchen. — Andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. S. 100–104.

b) Lebensthätigkeit des Planeten nach außen, als Hauptquelle geognostischer Erscheinungen. Verkettung der bloß dynamischen Erschütterung oder Hebung gewisser Theile der Erdrinde mit stoffhaltigem Erguß und Erzeugung von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamme, von geschmolzenem Erde-

ebirgsarten erhärten. — Vulcanicität in
Allgemeinheit des Begriffs ist die Reaction
en eines Planeten gegen seine Oberfläche. —
Umfang der Erschütterungskreise und ihre
Erweiterung. — Ob Zusammenhang mit Ver-
n im tellurischen Magnetismus und Proces-
Fikreises. Getöse, unterirdischer Donner ohne
Erschütterung. Gebirgs-Massen, welche die
ung der Erschütterungswelle modificiren. —
Ausbrüche von Wasser, heißen Dämpfen,
Mofetten, Rauch und Flammen während des
. S. 104–112.
re Betrachtung von stoffartigen Productionen
innerer planetarischer Lebensthätigkeit. Es
dem Schooße der Erde hervor, durch Spal-
ausbruchkegel, Luftarten, tropfbare Flüssigkei-
oder gesäuert), Schlamm und geschmolzene
Die Vulkane sind eine Art intermittirender
Temperatur der Thermen; ihre Constanz und
ng. — Tiefe des Heerdes. S. 112–116. —
chlammvulkane. Wenn feuerspeiende Berge
en geschmolzener Erden vulkanische Ge-
hervorbringen, so erzeugen dagegen Quell-
urch Niederschlag Kalksteinschichten. Fortge-
gung von Sediment-Gestein. S. 116.
nigfaltigkeit der vulkanischen Hebungen. —
ge, ungeöffnete Trachytberge. — Eigentliche
ie aus Erhebungskratern oder zwischen den
ihrer ehemaligen Bildung hervortreten. —
te Verbindung des inneren Erdkörpers mit
reise. Verhältniß gegen gewisse Gebirgsarten.
er Höhen-Verhältnisse auf die Frequenz der
. Höhe des Aschenkegels. Eigenthümlichkei-
ulkane, welche sich über die Schneegrenze erhe-
chen- und Feuersäulen. Vulkanische Gewitter
des Ausbruchs. Mineralische Zusammen-
r Laven. S. 116–123. — Vertheilung der
uf der Erdfläche; Central- und Reihen-Vul-
l- und Küsten-Vulkane. Abstand der Vul-
der Meeresküste. Erlöschen der vulkanischen
. 123–128.
ältniß der Vulkane zu der Natur der Gebirgs-
e vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgs-
wandeln ältere um. Ihr Studium leitet auf
gen zu dem mineralogischen Theile der Geo-
re vom Gewebe und von der Lage der
n) und zur Gestaltung der über den Mee-
hobenen Continente und Inselgruppen (Lehre
graphischen Form und den Umrissen der
Classification der Gebirgsarten nach Maaß-
rscheinungen der Bildung und Umwand-
e noch jetzt unter unseren Augen vorgehen:
-Gestein, Sediment-Gestein, umgewandeltes
bestirtes) Gestein, Conglomerate. — Die zu-
letzten Gebirgsarten sind bestimmte Associa-
n oryctognostisch einfachen Fossilien. — Vier
Bildungszustände: Eruptions-Gestein, en-
ranit, Syenit, Porphyre, Grunsteine, Hyperst-
uphotid, Melaphyr, Basalt und Phonolith);
Gestein (silurische Schiefer, Steinkohlen-Ab-
, Kalksteine, Travertino, Infusorienlager);
eltes Gestein, das neben den Trümmern des
- und Sediment-Gesteins auch Trümmer von
limmerschiefer und älteren metamorphischen
thält; Aggregate und Sandstein-Bildungen
gestein). S. 128–133. — Contact-Phäno-
ert durch künstliche Nachbildung der Mine-
irkungen des Drucks und der verschiedenen
it der Abkühlung. Entstehung des körnigen
) Marmors, Verkieselung der Schiefer zu
pis, Umwandelung der Kreide-Mergel durch
Glimmerschiefer; Dolomitisirung, Granit-
Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und
stein. — Füllung der Gangmassen von unten.
r Cämentirung in den Agglomerat-Bildun-
ngs-Conglomerate. S. 134–141. Relatives
Alter der Felsmassen, Chronometrik der Erdrinde. Ver-
steinerungshaltige Schichten. — Relatives Alter der Or-
ganismen. Einfachheit der ersten Lebensformen? Ab-
hängigkeit physiologischer Abstufungen von dem Alter der
Formationen. — Geognostischer Horizont, dessen sorg-
fältige Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die
Identität oder das relative Alter der Formationen, über
die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Pa-
rallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkum-
merung). — Typus der Sediment-Gebilde in der größ-
ten Einfachheit seiner Verallgemeinerung aufgefaßt: silu-
rische und devonische Schichten (die ehemals sogenannten
Uebergangs-Gebirge); die untere Trias (Bergkalk,
Steinkohlen-Gebirge sammt Todtliegendem und Zech-
stein); die obere Trias (bunter Sandstein, Muschelkalk,
und Keuper); Jurakalk (Lias und Oolithen); Quader-
sandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der
Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen; Ter-
tiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk,
Braunkohle und Süd-Apenninen-Gerölle bezeichnet wer-
den. — Faunen und Floren der Vorwelt, ihr Verhältniß
zu den jetzigen Organismen. Riesenmäßige Knochen
vorweltlicher Säugethiere im oberen Schuttlande. —
Vegetation der Vorwelt, Monumente der Pflanzen-
geschichte. Wo gewisse Pflanzengruppen ihr Maxi-
mum erreichen; Cycadeen in den Keuperschichten und
der Lias, Coniferen im bunten Sandstein. Ligniten
und Braunkohlenschichten (Bernsteinbaum). — Ablage-
rung großer Felsblöcke, Zweifel über ihren Ursprung.
S. 141–150.

f) Die Kenntniß der geognostischen Epochen,
des länderbildenden und zertrümmernden Emporsteigens
von Bergketten und Hochebenen leitet durch inneren Cau-
salzusammenhang auf die räumliche Vertheilung der
Feste und des Flüssigen, auf die Besonderheiten
der Naturgestaltung der Erdoberfläche. — Jetziges
Areal-Verhältniß des Starren zum Flüssigen sehr ver-
schieden von dem, welches die für den physischen Theil
der älteren Geographie entworfenen Karten dar-
legen. Wichtigkeit der Eruption der Quarzporphyre für
die derzeitige Gestaltung der Continentalmassen. — In-
dividuelle Gestaltung in horizontaler Ausdeh-
nung (Gliederungs-Verhältnisse) und in senkrechter
Erhebung (hypsometrische Ansichten). — Einfluß der
Areal-Verhältnisse von Land und Meer auf Temperatur,
Windrichtung, Fülle oder Kargheit organischer Erzeug-
nisse, auf die Gesammtheit aller meteorologischen Pro-
cesse. — Orientirung der größten Axen der Continental-
Masse. Gliederung, pyramidale Endigung gegen Sü-
den, Reihe der Halbinseln. Thalbildung des atlantischen
Oceans. Formen, die sich wiederholen. S. 150–154. —
Abgesonderte Gebirgsglieder, Systeme der Bergketten
und Mittel, ihr relatives Alter zu bestimmen. Versuche,
den Schwerpunkt des Volums der jetzt über dem Mee-
resspiegel erhobenen Länder zu bestimmen. Die He-
bung der Continente ist noch jetzt in langsamem Fort-
schreiten, und an einzelnen Punkten durch bemerkbares
Sinken compensirt. Alle geognostischen Phänomene deu-
ten auf periodischen Wechsel von Thätigkeit im Inneren
unsres Planeten. Wahrscheinlichkeit neuer Faltungen.
S. 154–159.

g) Die starre Oberfläche der Erde hat zweierlei Um-
hüllungen, tropfbar flüssige und luftförmige. Contraste
und Analogien, welche diese Umhüllungen, das Meer
und die Atmosphäre, darbieten in Aggregat- und Elec-
tricitäts-Zuständen, Störungen und Temperatur-Ver-
hältnissen. Tiefen des Oceans und des Luftmeers, des-
sen Untiefen unsere Hochländer und Bergketten sind. —
Wärmegehalt des Meeres an der Oberfläche in verschie-
denen Breiten und in den unteren Schichten. Tendenz
des Meeres wegen Verschiedbarkeit der Theile und Ver-
änderung der Dichtigkeit die Wärme seiner Oberfläche
in den der Luft nächsten Schichten zu bewahren. Ma-
ximum der Dichtigkeit des salzigen Wassers. Lage der
Zonen der wärmsten Wasser und der am meisten gesal-
zenen. Thermischer Einfluß der unteren Polarströme,

wie der Gegenströme in den Meerengen. S. 159 und 160. — Allgemeines Niveau der Meere und permanente örtliche Störungen des Gleichgewichts; periodische als Ebbe und Fluth. — Meeresströmungen: Aequatorial- oder Rotations-Strom; der atlantische warme Golfstrom und der ferne Impuls, den er empfängt; der kalte peruanische Strom in dem östlichen Theile des stillen Meeres südlicher Zone. — Temperatur der Untiefen. — Allbelebtheit des Oceans; Einfluß der kleinen submarinen Waldregion am Boden wurzelnder Tanggesträuche oder weitverbreiteter schwimmender Fucusbänke. S. 160–164.

b) Die gasförmige Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer. — Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, Diaphanität, Polarisation, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und electrische Spannung. — Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff; Kohlensäure-Gehalt; gekohlter Wasserstoff; Ammoniacal-Dämpfe. Miasmen. Regelmäßige (stündliche) Veränderungen des Luftdruckes. Mittlere Barometerhöhe am Meere in verschiedenen Erdzonen. Isobarometrische Curven. — Barometrische Windrosen; Drehungsgesetz der Winde und seine Wichtigkeit für die Kenntniß vieler meteorologischen Processe. Land- und Seewinde; Passate und Monsune. S. 164–168. — Klimatische Wärmevertheilung im Luftkreise, als Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenräume) wie der hypsometrischen Configuration des Continents. — Krümmung der Isothermen in horizontaler und verticaler Richtung, in der Ebene und in den über einander gelagerten Luftschichten. Convexe und concave Scheitel der Isothermen. — Mittlere Wärme, der Jahre, der Jahreszeiten, der Monate, der Tage. Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isothermen hervorbringen, d. h. ihre Abweichung von der Lage der geographischen Parallele bewirken. — Isochimenen und Isotheren, Linien gleicher Winter- und Sommerwärme. — Temperatur-erhöhende und temperatur-vermindernde Ursachen. Strahlung der Erdoberfläche nach Maßgabe ihrer Inclination, Farbe, Dichtigkeit, Dürre und chemischen Composition. — Die Wolkenform, Verkündigerin dessen, was in der oberen Luft vorgeht, ist am heißen Sommerhimmel das „projicirte Bild" des wärmestrahlenden Bodens. — Contrast zwischen dem Insel- oder Küsten-Klima, dessen alle vielgegliederte busen- und halbinselreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Ländermassen. Ost- und Westküsten. Unterschiede der südlichen und nördlichen Hemisphäre. — Thermische Scalen der Culturpflanzen, herabsteigend von Vanille, Cacao und Pisang bis zu Citronen, Oelbaum und trinkbarem Wein. Einfluß, welchen diese Scalen auf die geographische Verbreitung der Culturen ausüben. Das günstige Reifen und das Nichtreifen der Früchte wird wesentlich bedingt durch die Unterschiede der Wirkung des directen und zerstreuten Lichtes bei heiterem und durch Nebel verschleiertem Himmel. — Allgemeine Angabe der Ursachen, welche dem größeren Theile von Europa, als der westlichen Halbinsel von Asien, ein milderes Klima verschaffen. S. 168–174. — Bestimmung der mittleren Temperatur-Veränderung der Jahres- oder Sommerwärme, welche dem Fortschreiten um 1° geographischer Breite entspricht. Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergkuppe und der Polar-Distanz eines im Meeresspiegel gelegenen Punktes. — Abnahme der Temperatur mit der Höhe. Grenze des ewigen Schnees und Oscillation dieser Grenze. Ursachen der Störung in der Regelmäßigkeit des Phänomens; nördliche und südliche Himalaya-Kette; Bewohnbarkeit der Hochebene von Tibet. S. 175–177. — Dampfmenge des Luftkreises nach Stunde des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen. Größte Trockenheit der Atmosphäre, besonders im nördlichen Asien zwischen den Flußgebieten des Jenisei und Obi. — Thau als Folge der Strahlung. Regenmenge. S. 177 und 178. — Electricität des Luftkreises und Störung der electrischen Spannung. Geographische Vertheilung der Gewitter. Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen. Die wichtigsten klimatischen Störungen haben nicht eine örtliche Ursache in dem Beobachtungsorte selbst, sie sind Folge einer Fernheit, welche in weiter Ferne das Gleichgewicht in der Luftströmungen aufgehoben hat. S. 178–181.

i) Die physische Erdbeschreibung ist nicht auf das elementare, anorganische Erkennen beschränkt; zu einem höheren Standpunkte erhoben, umfaßt sie die Sphäre des organischen Lebens mit der zahllosen Abstufungen seiner typischen Entwickelung. — Thier- und Pflanzenleben. Allbelebtheit der Natur in Meer und Land; microscopische Lebensformen zwischen dem Polareise, wie in den Tiefen des Ozeans zwischen den Wendekreisen. Erweiterung des Horizonts des Lebens durch Ehrenberg's Entdeckungen. — Schätzung der Masse (des Volums) der thierischen und vegetabilischen Organismen. S. 181–185. (Tabellarische Temperaturverhältnisse der Weinculturs-Anm. S. 175.) — Geographie der Pflanzen und Thiere. Wanderung der Organismen im Ei oder durch eigene bewegungskräftige Organe. Verbreitungs-Sphären in Abhängigkeit klimatischer Verhältnisse. Vegetations-Gebiete und Gruppirung der Thiergeschlechter. Einzeln und gesellig lebende Pflanzen und Thiere. Der Charakter der Floren und Faunen ist nicht sowohl durch das Vorherrschen einzelner Familien unter gewissen Breiten, als durch die viel complicirteren Verhältnisse des Zusammenlebens vieler Familien und den relativen Zahlenwerth ihrer Arten bestimmt. Formen natürlicher Familien, welche vom Aequator nach den Polen hin ab- oder zunehmen. Untersuchungen über das Zahlenverhältniß, in dem in verschiedenen Erdstrichen jede der großen Familien zu der ganzen daselbst wachsenden Masse der Phanerogamen steht. S. 185–187. — Das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen und in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen. Racen, Abarten. Alle Menschenracen sind Formen einer einzigen Art. Einheit des Menschengeschlechts. — Sprachen, als geistige Schöpfungen der Menschheit, Theile der Naturkunde des Geistes, offenbaren eine nationelle Form; aber geschichtliche Ereignisse haben bewirkt, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. S. 187–191.

Zweites Buch.

Allgemeine Uebersicht des Inhalts.

A. Anregungs-Mittel zum Naturstudium.

Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft. S. 192–241.

I. Dichterische Naturbeschreibung. Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme. S. 193–228.

II. Landschaftmalerei. Graphische Darstellung der Physiognomik der Gewächse. S. 228–237.

III. Cultur exotischer Gewächse. Comparirende Zusammenstellung von Pflanzengebilden. S. 237–241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung.

Hauptmomente der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Naturganzen. S. 242–284.

I. Das Mittelmeer als Ausgangspunct der Versuche ferner Schifffahrt gegen Norden. Argo-

), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Phöni-
o Colaus von Samos). Anreihung dieser Dar-
an die früheste Cultur der Völker, die das Bek-
Mittelmeers umwohnten. S. 249–268.

Feldzüge der Macedonier unter Ale-
r dem Großen. Verschmelzung des Ostens
t Westen. Das Griechenthum befördert die Völ-
schung vom Nil bis zum Euphrat, dem Jaxar-
Indus. Plötzliche Erweiterung der Weltansicht
igene Beobachtung, wie durch den Verkehr mit
wirten, gewerbetreibenden Völkern. S. 268–277.

Zunahme der Weltanschauung un-
n Lagiden. Museum im Serapeum. Ency-
sche Gelehrsamkeit. Verallgemeinerung der Na-
chten in den Erd- und Himmelsräumen. Ver-
r Seehandel nach Süden. S. 277–283.

Römische Weltherrschaft. Einfluß ei-
ßen Staatsverbandes auf die kosmischen Ansich-
rtschritte der Erdkunde durch Landhandel. Die
rung des Christenthums erzeugt und begünstigt
efühl von der Einheit des Menschengeschlechts.
–294.

Einbruch des arabischen Volksstam-
Geistige Bildsamkeit dieses Theils der semitischen
. Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren
n. Arzneimittel-Lehre und Chemie. Erweiterung
sischen Erdkunde, der Astronomie und der mathe-
en Wissenschaften im allgemeinen. S. 295–311.

Zeit der großen oceanischen Entdek-
e u. Eröffnung der westlichen Hemisphäre. Ame-
ko das stille Meer. Die Scandinavier, Colum-
abot und Gama; Cabrilo, Mendaña und Qui-
Die reichste Fülle des Materials zur Begründung
sischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völ-
ropa's dargeboten. S. 311–352.

– Zeit der großen Entdeckungen in den
melsräumen durch Anwendung des Fernrohrs.
poche der Sternkunde und Mathematik von Ga-
nd Kepler bis Newton und Leibnitz. S. 352–381.

L. Vielseitigkeit und innigere Ver-
ung der wissenschaftlichen Bestrebun-
der neuesten Zeit. Die Geschichte der physischen
schaften schmilzt allmälig mit der Geschichte des
es zusammen. S. 382–384.

eselle Uebersicht des Inhalts.

Anregungsmittel zum Naturstudium.

Dichterische Naturbeschreibung. Die
resultate der Beobachtung, wie sie der reinen Ob-
vität wissenschaftlicher Naturbeschreibung ange-
sind in dem Naturgemälde aufgestellt wor-
etzt betrachten wir den Reflex des durch die äuße-
nne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die
isch gestimmte Einbildungskraft. — Sinnesart der
en und Römer. Ueber den Vorwurf, als wäre in
das Naturgefühl minder lebhaft gewesen. Nur
ußerungen des Naturgefühls sind seltener, weil
großen Formen der lyrischen und epischen Dich-
das Naturbeschreibende bloß als Beiwerk auftritt
n der alten hellenischen Kunstbildung sich alles
am im Kreise der Menschheit bewegt. — Früh-
äane, Homer, Hesiodus. Tragiker; Fragment
nem verlorenen Werke des Aristoteles. Bukolische
ung, Nonnus, Anthologie. — Eigenthümlichkeit der
ischen Landschaft. S. 193–195. — Römer; Lu-
, Virgil, Ovidius, Lucanus, Lucilius Junior.
te Zeit, wo das poetische Element nur als zufälli-
chmuck des Gedankens erscheint; Moselgedicht des
nius. Römische Prosaiker; Cicero in seinen Brie-
Tacitus, Plinius. Beschreibung römischer Villen.
5–203. — Veränderungen der Sinnesart und der
ellung der Gefühle, welche die Verbreitung des
tenthums und das Einsiedlerleben hervorbringen.
tius Felix im Octavius. Stellen aus den Kir-
tern; Basilius der Große in der Wildniß am ar-
menischen Flusse Iris, Gregorius von Nyssa, Chryso-
stomus. Sentimental-schwermüthige Stimmung. S.
203–206. — Einfluß der Racenverschiedenheit, welche sich
in der Färbung der Naturschilderungen offenbart bei
Hellenen, italischen Stämmen, Germanen des Nordens,
semitischen Völkern, Persern und Indern. Die über-
reiche poetische Literatur der drei letzten Racen lehrt,
daß einer langen, winterlichen Entbehrung des Natur-
genusses wohl nicht allein die Lebendigkeit des Natur-
gefühls bei den nordischen germanischen Stämmen zu-
zuschreiben ist. — Ritterliche Poesie der Minnesänger
und deutsches Thier-Epos nach Jacob und Wilhelm
Grimm. Celtisch-irische Naturdichtungen. S. 206–
209. — Ost- und west-arische Völker (Inder und Per-
ser). Ramayana und Mahabharata; Sokuntala und
Kalidasa's Wolkenbote. Persische Literatur im irani-
schen Hochlande, nicht über die Zeit der Sassaniden hin-
aufsteigend. S. 209–212. (Ein Fragment von Theodor
Goldstücker Anm. S. 210 und 211). — Finnisches
Epos und Lieder, aus dem Munde der Karelier gesam-
melt von Elias Lönnrot, S. 213. — Aramäische Natio-
nen; Naturpoesie der Hebräer, in der sich der Monothe-
ismus spiegelt, S. 213–215. — Alte arabische Litera-
tur; Schilderung des beduinischen Wüstenlebens in An-
tar; Naturbeschreibung des Amru'l Kais S. 215 und
216. — Nach dem Hinschwinden aramäischer, griechischer
und römischer Herrlichkeit erscheint Dante Alighieri, des-
sen poetische Schöpfung von Zeit zu Zeit das tiefste Ge-
fühl des irdischen Naturlebens athmet. Petrarca, Bo-
jardo und Vittoria Colonna. Aetna dialogus und ma-
lerische Schilderung des üppigen Pflanzenlebens der
neuen Welt in den Historiae Venetae des Bembo.
Christoph Columbus. S. 216–219. — Die Lusiaden des
Camoens. S. 220 und 221. — Spanische Poesie; die
Araucana des Don Alonso de Ercilla, Fray Luis de
Leon und Calderon nach Ludwig Tieck. — Shakespeare,
Milton, Thomson. S. 221–223. — Französische Pro-
saiker: Rousseau, Buffon, Bernardin de St. Pierre und
Chateaubriand. S. 223–225. — Rückblick auf die Dar-
stellung der älteren Reisenden des Mittelalters, John
Mandeville, Hans Schiltberger und Bernhard von Brei-
tenbach; Contrast mit den neueren Reisenden. Cook's
Begleiter Georg Forster. S. 225 und 226. — Der ge-
rechte Tadel der „beschreibenden Poesie" als eigener für
sich bestehender Form der Dichtung trifft nicht das Be-
streben, ein Bild der durchwanderten Zonen aufzustellen,
die Resultate unmittelbarer Naturanschauung durch die
Sprache, d. h. durch die Kraft des bezeichnenden Worts,
zu versinnlichen. Alle Theile des weiten Schöpfungs-
kreises vom Aequator bis zu der kalten Zone können sich
einer begeisternden Kraft auf das Gemüth erfreuen. S.
227 und 228.

II. Landschaftmalerei in ihrem Einfluß auf
die Belebung des Naturstudiums. — In dem classischen
Alterthum war nach der besonderen Geistesrichtung der
Völker die Landschaftmalerei eben so wenig als die dich-
terische Schilderung einer Gegend ein für sich bestehen-
des Object der Kunst. Der ältere Philostrat. Scheno-
graphie. Ludius. — Spuren der Landschaftmalerei bei
den Indern in der glänzenden Epoche des Vikramaditya.
— Herculanum und Pompeji. — Christliche Malerei von
Constantin dem Großen bis zum Anfang des Mittelal-
ters. Miniaturen der Manuscripte. S. 228–230. —
Ausbildung des Landschaftlichen in den historischen
Bildern der Gebrüder van Eyck. Das 17te Jahrhun-
dert als die glänzende Epoche der Landschaftmalerei
(Claude Lorrain, Ruysdael, Gaspard und Nicolaus
Poussin, Everdingen, Hobbema und Cuyp). — Spä-
teres Streben nach Naturwahrheit der Vegetationsformen.
Darstellung der Tropen-Vegetation. Franz Post, Be-
gleiter des Prinzen Moritz von Nassau. Eckhout. Be-
dürfniß physiognomischer Naturdarstellung. — Eine große
kaum vollbrachte Weltbegebenheit, die Unabhängigkeit und
Gründung gesetzlicher Freiheit im spanischen und portu-
giesischen Amerika (wo in der Andeskette zwischen den
Wendekreisen volkreiche Städte bis zu 13000 Fuß Höhe

über der Meeresfläche liegen), die zunehmende Cultur von Indien, Neu-Holland, der Sandwich-Inseln und Süd-Afrika's werden einst nicht bloß der Meteorologie und beschreibenden Naturkunde, sondern auch der Landschaftmalerei, dem graphischen Ausdruck der Naturphysiognomie, einen neuen Schwung und großartigen Charakter geben. — Wichtigkeit der Benutzung Parler'scher Rundgemälde. — Der Begriff eines Naturganzen, das Gefühl der harmonischen Einheit im Kosmos wird um so lebendiger unter den Menschen werden, als sich die Mittel vervielfältigen, die Gesammtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten. S. 230–237.

III. Cultur exotischer Gewächse; Eindruck der Physiognomik der Gewächse, soweit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können. — Landschaftgärtnerei. Früheste Parkanlagen im mittleren und südlichen Asien, heilige Bäume und Haine der Götter. S. 237–239. Gartenanlagen ostasiatischer Völker. Chinesische Gärten unter der siegreichen Dynastie der Han. Gartengedicht eines chinesischen Staatsmannes, Seema-kuang, aus dem Ende des 11ten Jahrhunderts. Vorschriften des Lieu-tscheu. Naturbeschreibendes Gedicht des Kaisers Kien-long. — Einfluß des Zusammenhanges buddhistischer Mönchsanstalten auf die Verbreitung schöner, charakteristischer Pflanzenformen. S. 240 und 241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung.

Einleitung. Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen ist von der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie unsere Lehrbücher der Physik und der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern, ganz verschieden. Sie ist gleichsam die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall. — Behandlungsweise der Geschichte des Kosmos: a) selbstständiges Streben der Vernunft nach Naturgesetzen; b) Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung erweitert haben; c) Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung. — Sprachen. Verbreitungsstrahlen der Cultur. Sogenannte Urphysik und durch Cultur verdunkelte Naturweisheit wilder Völker. S. 242–249.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I. Das Becken des Mittelmeers als Ausgang der Versuche, die Idee des Kosmos zu erweitern. Unterabtheilungen der Gestaltung des Beckens. Wichtigkeit der Bildung des arabischen Meerbusens. Kreuzung zweier geognostischen Hebungssysteme NO—SW und SSO—NNW. Wichtigkeit der letzteren Spaltungsrichtung für den Weltverkehr. — Alte Cultur der das Mittelmeer umwohnenden Völker. — Nilthal, altes und neues Reich der Aegypter. — Phönicier, ein vermittelnder Stamm, verbreiten Buchstabenschrift (phönicische Zeichen), Münze als Tauschmittel und das ursprünglich babylonische Maaß und Gewicht. Zahlenlehre, Rechenkunst. Nachtschifffahrt. Westafrikanische Colonien. S. 249–258. — Hiram-Salomonische Expeditionen nach den Goldländern Ophir und Supara S. 259 und 260. — Pelasgische Tyrrhener und Tusker (Rasener). Eigenthümliche Neigung des tuscischen Stammes zu einem innigen Verkehr mit den Naturkräften; Fulguratoren und Aquilegen. S. 260 und 261. — Andere sehr alte Culturvölker, die das Mittelmeer umwohnen. Spuren der Bildung im Osten unter Phrygiern und Lyciern, im Westen unter Turdulern und Turdetanern. — Anfänge der hellenischen Macht. Vorder-Asien die große Heerstraße von Osten der einwandernder Völker; die ägäische Inselwelt das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient. Ueber den 48sten Breitengrad hinaus sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verflossen; auch betrachten Pherecydes von Syros und Herodot das ganze nördliche scythische Asien als zum sarmatischen Europa gehörig. — Seemacht, dorisches und ionisches Leben in die Pflanzstädte übergetragen. — Vordringen gegen Osten nach dem Pontus und Kolchis, erste Kenntniß der westlichen Gestade des kaspischen Meers, bei Hecatäus mit dem kreisenden östlichen Weltmeer verwechselt. Tauschhandel durch die Kette scythischer Stämme mit den Argippäern, Issedonen und goldenen Arimaspen. Meteorologischer Mythus der Hyperboräer. — Gegen Westen Oeffnung der gaditanischen Pforte, lange den Hellenen verschlossen war. Schriften des Coläus von Samos. Blick in das Untergegangene; zurückgesetztes Streben nach dem Jenseitigen; genaue Kenntniß eines großen Naturphänomens, des periodischen Anschwellens des Meeres. S. 262–268.

II. Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen und langer Einfluß des baktrischen Reichs. — In keiner anderen Zeitepoche hat achtzehn und ein halbes Jahrhundert später erfolgte Hingebenheit der Entdeckung und Anschließung des mexikanischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung des kosmischen Wissens und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden. — Die Benutzung dieses Materials, die geistige Verarbeitung des Stoffes wird erleichtert und in ihrem Werthe erhöht durch die vorbereitende Richtung, welche der Stagirite dem empirischen Forschen der philosophischen Speculation und einer alles scharf umgrenzenden wissenschaftlichen Sprache gegeben hatte. — Die macedonische Expedition war im eigensten Sinne des Wortes eine wissenschaftliche Expedition. Callisthenes von Olynth, Schuler des Aristoteles und Freund des Theophrast. — Mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse wurde durch die Bekanntschaft mit Babylon und mit den Beobachtungen der schon aufgelösten chaldäischen Priestercaste auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt. S. 268–277.

III. Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Das griechische Aegypten hatte den Vorzug politischer Einheit, und seine geographische Weltstellung, der Eindruck des arabischen Meerbusens brachte den gewinnreichen Verkehr auf dem indischen Ocean dem Verkehr an den südöstlichen Küsten des Mittelmeers um wenige Meilen nahe. — Das Seleuciden-Reich genoß nicht die Vortheile des Seehandels, war oft erschüttert durch die verschiedenartige Nationalität der Satrapien. Lebhafter Handel auf Strömen und Caravanenstraßen mit den Hochebenen der Tauri nördlich von Ultiara-Kuru und dem Oxus-Thale. — Kenntniß der Monsun-Winde. Wiedereröffnung des Canals zur Verbindung des rothen Meeres mit dem Nil oberhalb Bubastus. Geschichte dieser Wasserstraße. — Wissenschaftliche Institute unter dem Schutz der Lagiden; alexandrinisches Museum und zwei Bücherssammlungen, im Bruchium und in Rhakotis. Eigenthümliche Richtung der Studien. Neben dem stoffsammelnden Sammelfleiße offenbart sich eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten. — Eratosthenes von Cyrene. Erster hellenischer Versuch einer Grad-Messung zwischen Syene und Alexandrien auf unvollkommenen Angaben der Bematisten gegründet. Gleichzeitige Fortschritte des Wissens in reiner Mathematik, Mechanik und Astronomie. Aristyllus und Timocharis. Ansichten des Weltgebäudes von dem Samier Aristarch und Seleucus dem Babylonier oder aus Erythrä. Hipparch der Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie und der größte stellenbeobachtende Astronom des ganzen Alterthums. Euklides, Apollonius von Perga und Archimedes. S. 277–283.

IV. Einfluß der römischen Weltherrschaft, eines großen Staatenverbandes auf die Erweiterung der kosmischen Ansichten. — Bei der Mannigfaltigkeit der Bodengestaltung und Verschiedenartigkeit der organischen Erzeugnisse, bei den innigen Verkehrsmitteln nach den Bernsteinküsten und unter Augustus Gallus [illegible]

Genuſſe eines langen Friedens hatte
Cäſaren in faſt vier Jahrhunderten
bhafter fordern können; aber mit
onalgeiſte erloſch die volksthümliche
inzelnen, es verſchwanden Oeffent-
rung der Individualität, die zwei
das Geiſtige belebender Verfaſſun-
gen Periode erhoben ſich als Beob-
r Dioscorides der Cilicier und Ga-
us. Die erſten Schritte in einem
mathematiſchen Phyſik, in
rimente gegründeten Optik, that
s. — Materielle Vortheile des Aus-
handels nach Inner-Aſien und
Myos Hormos nach Indien. — Un-
omitian, zur Zeit der Dynaſtie der
ieſiſche Kriegsmacht bis an die Oſt-
Meeres. Die Richtung der Völker-
von Oſten nach Weſten, wie ſie im
n Norden nach Süden geht. Die
derung beginnt mit dem Anfall der
ſiſchen Stammes, auf die blonde,
t indogermaniſche Race der Yueti
er chineſiſchen Mauer, ſchon ander-
vor unſerer Zeitrechnung. — Unter
erden römiſche Geſandte über Tun-
n Hof geſchickt. Kaiſer Claudius
otſchaft des Rachias aus Ceylon.
chen Mathematiker Warahamihira,
vielleicht ſelbſt Aryabhatta, ſind
oden; aber was früher auf ganz
ten Wegen in Indien entdeckt wor-
or Diophantus durch den unter den
ſo ausgebreiteten Welthandel theil-
t eingedrungen ſein. — Den Reflex
offenbaren die geographiſchen Rie-
und Ptolemäus. Die geographiſche
etzteren iſt in neuerer Zeit durch
n der indiſchen Sprachen und des
als ein geſchichtliches Denkmal je-
Verbindungen erkannt worden. —
hmen einer Weltbeſchreibung
rakteriſtik ſeiner Encyclopädie der
-Hat in der Geſchichte der Weltan-
ternde Einfluß der Römerherrſchaft
nd einigendes und verſchmelzendes
hat doch erſt die Verbreitung des
als der neue Glaube aus politi-
ganz gewaltſam zur Staatsreligion
beigetragen, den Begriff der Ein-
geſchlechts hervorzurufen und
n elenden Streite der Religions-
ſtung zu verſchaffen. S. 283–294.
es arabiſchen Volksſtam-
s fremdartigen Elements auf den
uropäiſcher Cultur. — Die Araber,
ſcher Urſtamm, verſcheuchen theil-
welche das von Völkerſtürmen er-
t zwei Jahrhunderten bedeckt hat;
ß die alte Cultur, ſie erweitern ſie
urforſchung neue Wege. — Natur-
Halbinſel. Erzeugniſſe von Hadh-
Oman. Gebirgsketten von Dſche-
r. Gerrha alter Stapelplatz des
en Waaren, den phöniciſchen Nie-
dus und Tylus gegenüber. — Der
albinſel iſt vorzugsweiſe durch die
durch die Verbreitung arabiſcher
ch-paläſtiniſchen Grenzgebirge und
n belebendem Contact mit anderen
n. — Heimiſche vorbereitende Cul-
t in die Weltbändel: Ausfälle nach
Hykſos und der Himyariten-Fürſt
ſſe des Ninus am Tigris. — Ei-
ter des arabiſchen Nomadenlebens
ßen und volkreichen Städten. S. 295–299. — Einfluß der Neſtorianer, der Syrer und der mediciniſch-pharmaceutiſchen Schule von Edeſſa. — Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. Die Araber werden die eigentlichen Gründer der phyſiſchen und chemiſchen Wiſſenſchaften. Arzneimittellehre. — Wiſſenſchaftliche Inſtitute in der glanzvollen Epoche von Al-Manſur, Harun Al-Raſchid, Mamun und Motaſem. Wiſſenſchaftlicher Verkehr mit Indien. Benutzung des Tſcharaka und Suſruta wie der alten techniſchen Künſte der Aegypter. Botaniſcher Garten bei Cordova unter dem poetiſchen Chalifen Abdurrahman. S. 299–306. — Aſtronomiſche Beſtrebungen durch eigene Beobachtung und Vervollkommnung der Inſtrumente. Ebn-Junis Anwendung des Pendels als Zeitmeſſers. Arbeit des Alhazen über die Strahlenbrechung. Indiſche Planetentafeln. Störung der Länge des Mondes von Abul-Wefa erkannt. Aſtronomiſcher Congreß zu Toledo, zu welchem Alfons von Caſtilien Rabbiner und Araber berief. Sternwarte zu Meragha und ſpäte Wirkung derſelben auf den Timuriden Ulugh Beig zu Samarkand. Gradmeſſung in der Ebene zwiſchen Tadmor und Rakka. — Die Algebra der Araber aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen, einem indiſchen und einem griechiſchen, entſtanden. Mohammed Ben-Muſa, der Chowarezmier. Diophantus, erſt gegen das Ende des 10ten Jahrhunderts von Abul-Wefa Buzjani ins Arabiſche überſetzt. Auf demſelben Wege, welcher den Arabern die Kenntniß der indiſchen Algebra zuführte, erhielten dieſe in Perſien und am Euphrat auch die indiſchen Zahlzeichen und den ſinnreichen Kunſtgriff der Poſition, d. h. den Gebrauch des Stellenwerthes. Sie verpflanzten dieſen Gebrauch in die Zollämter im nördlichen Afrika, den Küſten von Sicilien gegenüber. Wahrſcheinlichkeit, daß die Chriſten im Abendlande früher als die Araber mit den indiſchen Zahlen vertraut waren und daß ſie unter dem Namen des Syſtemes des Abacus den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten. Die Poſition tritt ſchon im Suanpan von Inner-Aſien wie im tuſciſchen Abacus hervor. — Ob eine dauernde Weltherrſchaft der Araber bei ihrer faſt ausſchließlichen Vorliebe für die wiſſenſchaftlichen (naturbeſchreibenden, phyſiſchen und aſtronomiſchen) Reſultate griechiſcher Forſchung einer allgemeinen und freien Geiſtescultur und dem bildend ſchaffenden Kunſtſinne hätte förderlich ſein können? S. 306–311.

VI. Zeit der großen oceaniſchen Entdeckungen; Amerika und das ſtille Meer. — Begebenheiten und Erweiterung wiſſenſchaftlicher Kenntniſſe, welche die Entdeckungen im Raume vorbereitet haben. Eben weil die Bekanntſchaft der Völker Europa's mit dem weſtlichen Theile des Erdballs der Hauptgegenſtand dieſes Abſchnittes iſt, muß die unbeſtreitbare erſte Entdeckung von Amerika in ſeiner nördlichen und gemäßigten Zone durch die Normänner ganz von der Wiederauffindung deſſelben Continents in den tropiſchen Theilen geſchieden werden. — Als noch das Chalifat von Bagdad unter den Abbaſſiden blühte, wurde Amerika von Leif, dem Sohne Erik's des Rothen, bis zu 41°½ nördl. Breite aufgefunden. Die Färöer und das durch Naddod zufällig entdeckte Island ſind als Zwiſchenſtationen, als Anfangspunkte zu den Unternehmungen nach dem amerikaniſchen Scandinavien zu betrachten. Auch die Oſtküſte von Grönland im Scoresby-Lande (Spalbord), die Oſtküſte der Baffinsbai bis 72° 55′ und der Eingang des Lancaſter-Sunds und der Barrow-Straße wurden beſucht. — Frühere? iriſche Entdeckungen. Das Weißmännerland zwiſchen Virginien und Florida. Ob vor Naddod und vor Ingolf's Coloniſirung von Island dieſe Inſel von Iren (Weſtmännern aus dem amerikaniſchen Groß-Irland) oder von den durch Normänner aus den Färöern verjagten iriändiſchen Miſſionaren (Papar, die Cleriei des Dicuil) zuerſt bewohnt worden iſt? — Der Nationalſchatz der älteſten Ueberlieferungen des europäiſchen Nordens, durch Unruhen in der Heimath gefährdet, wurde nach Island übergetra-

gen, das viertehalb hundert Jahre einer freien bürgerlichen Verfassung genoß, und dort für die Nachwelt gerettet. Wir kennen die Handelsverbindung zwischen Grönland und Neu-Schottland (dem amerikanischen Markland) bis 1347; aber da Grönland schon 1261 seine republikanische Verfassung verloren hatte und ihm, als Krongut Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und also auch mit Island verboten war, so nimmt es weniger Wunder, daß Columbus, als er im Februar 1477 Island besuchte, keine Kunde von dem westlich gelegenen Neuen Continent erhielt. Zwischen dem norwegischen Hafen Bergen und Grönland gab es aber Handelsverkehr noch bis 1484. S. 311–317. — Weltgeschichtlich ganz verschieden von dem isolirten, folgenlosen Ereigniß der ersten normännischen Entdeckung des Neuen Continents ist seine Wiederauffindung in dem tropischen Theile durch Christoph Columbus gewesen, wenn gleich dieser Seefahrer, nur einen kürzeren Weg nach Ost-Asien suchend, weder je die Absicht hatte, einen neuen Welttheil aufzufinden, noch, wie ebenfalls Amerigo Vespucci, bis zu seinem Tode glaubte, andere als ost-asiatische Küsten berührt zu haben. — Der Einfluß, den die nautischen Entdeckungen am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die Bereicherung der Ideenwelt ausgeübt haben, wird erst verständlich, wenn man einen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche Columbus von der Blüthe wissenschaftlicher Cultur unter den Arabern trennen. — Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach erweiterter Erdkenntniß, war: das Auftreten einer kleinen Zahl kühner Männer (Albertus Magnus, Roger Bacon, Duns Scotus, Wilhelm von Occam), die zum freien Selbstdenken und zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; die erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur; die Erfindung der Buchdruckerkunst; die Mönchsgesandtschaften an die Mongolenfürsten und die mercantilischen Reisen nach Ost-Asien und Süd-Indien (Marco Polo, Mandeville, Nicolo de' Conti); die Vervollkommnung der Schifffahrtskunde; der Gebrauch des Seecompasses oder die Kenntniß von der Nord- und Südweisung des Magnets, welche man durch die Araber den Chinesen verdankt. S. 317–328. Frühe Schifffahrten der Catalanen nach der Westküste des tropischen Afrika, Entdeckung der Azoren, Weltkarte des Picigano von 1367. Verhältniß des Columbus zu Toscanelli und Martin Alonso Pinzon. Spät erkannte Karte von Juan de la Cosa. — Südsee und ihre Inseln. S. 329–338. Entdeckung der magnetischen Curve ohne Abweichung im atlantischen Ocean. Bemerkte Inflexion der Isothermen hundert Seemeilen in Westen der Azoren. Eine physische Abgrenzungslinie wird in eine politische verwandelt; Demarcationslinie des Papstes Alexander VI. vom 4. Mai 1493. — Kenntniß der Wärme-Vertheilung; die Grenze des ewigen Schnees wird als Function der geographischen Breite erkannt. Bewegung der Gewässer im atlantischen Meeresthale. Große Tangwiesen. S. 338–344. — Erweiterte Ansicht der Welträume; Bekanntschaft mit den Gestirnen des südlichen Himmels; mehr beschauliche als wissenschaftliche Kenntniß! — Vervollkommnung der Methode, den Ort des Schiffes zu bestimmen; das politische Bedürfniß, die Lage der päbstlichen Demarcations-Linie festzusetzen, vermehrt den Drang nach praktischen Längenmethoden. — Die Entdeckung und erste Colonisation von Amerika, die Schifffahrt nach Ostindien um das Vorgebirge der guten Hoffnung treffen zusammen mit der höchsten Blüthe der Kunst, mit dem Erringen eines Theils der geistigen Freiheit durch die religiöse Reform, als Vorspiel großer politischer Umwälzungen. Die Kühnheit des genuesischen Seefahrers ist das erste Glied in der unermeßlichen Kette verhängnißvoller Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke von Amerigo Vespucci, haben dem Festland von Amerika den Namen des Columbus entzogen. — Einfluß des Neuen Welttheils auf die politischen Institutionen, auf die Ideen und Neigungen der Völker im alten Continent. S. 344–352.

VII. Zeit der großen Entdeckungen in den Himmelsräumen durch Anwendung des Fernrohrs; Vorbereitung dieser Entdeckungen durch richtigere Ansicht des Weltbaues. — Nicolaus Copernicus beobachtete schon mit dem Astronomen Bradowski zu Krakau, als Columbus Amerika entdeckte. Ihre Verkettung des 16ten und 17ten Jahrhunderts durch Peurbach und Regiomontanus. Copernicus sah sein Weltsystem nie als Hypothese, sondern als unumstößliche Wahrheit aufgestellt. S. 352–360. — Kepler und die empirischen von ihm entdeckten Gesetze der Planetenbahnen. S. 360 und 361, 366 und 367. Erfindung des Fernrohrs; Hans Lippershey, Jacob Adrianszoon (Metius), Zacharias Jansen. Erste Früchte des telescopischen Sehens; Gebirgslandschaften des Mondes; Sternschwärme und Milchstraße, die vier Trabanten des Jupiter; Dreigestaltung des Saturn; sichelförmige Gestalt der Venus; Sonnenflecken und Rotationsdauer der Sonne. — Für die Schicksale der Astronomie und ihr Schicksale ihrer Begründung bezeichnet die Entdeckung der kleinen Jupiterswelt eine denkwürdige Epoche. Die Jupiters-Monde veranlassen die Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts, und die Erkenntniß dieser Geschwindigkeit führt zu Erklärung der Aberrations-Ellipse der Fixsterne, d. i. zu dem sinnlichen Beweise von der translatorischen Bewegung der Erde. — Den Entdeckungen von Galilei, Simon Marius und Johann Fabricius folgte das Auffinden der Saturnstrabanten durch Huygens und Cassini, des Thierkreislichtes als eines kreisenden abgesonderten Nebelringes durch Childrey, des veränderlichen Lichtwechsels von Fixsternen durch David Fabricius, Johann Bayer und Holwarda. Sternloser Nebelfleck der Andromeda von Simon Marius beschrieben. S. 361–369. — Wenn auch das sechzehnte Jahrhundert in seinem Anfang der plötzlichen Erweiterung der Kenntnisse der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an seinem Ende den Fortschritten des reinen mathematischen Wissens durch Newton und Leibnitz seinen Hauptglanz verdankt, so hat doch auch in dieser großen Zeit der wichtigste Theil der physikalischen Probleme in den Processen des Lichts, der Wärme und des Magnetismus eine befruchtende Pflege erfahren. Doppelte Strahlenbrechung und Polarisation; Spuren von der Kenntniß der Interferenz bei Grimaldi und Hooke. William Gilbert trennt den Magnetismus von der Electricität. Kenntniß von dem periodischen Fortschreiten der Linien ohne Abweichung. Halley's frühe Vermuthung, daß das Polarlicht (das Leuchten der Erde) eine magnetische Erscheinung sei. Galilei's Thermoscope und Benutzung derselben zu einer Reihe regelmäßiger täglicher Beobachtungen auf Stationen verschiedener Höhe. Untersuchungen über die strahlende Wärme. Torricelli's Röhre und Höhenmessungen durch den Stand des Quecksilbers in derselben. Kenntniß der Luftströme und des Einflusses der Rotation der Erde auf dieselben. Drehungsgesetz der Winde von Dove geahndet. Glücklicher, aber kurzer Einfluß der Accademia del Cimento auf die Gründung der mathematischen Naturphilosophie auf dem Wege des Experiments. — Versuche, die Luftfeuchtigkeit zu messen; Condensations-Hygrometer. — Electrischer Proceß, tellurische Electricität; Otto von Guerike sieht das erste Licht in selbstervorgerufener Electricität. — Anfänge der pneumatischen Chemie; beobachtete Gewichtszunahme bei Oxydation der Metalle; Cardanus und Jean Rey, Hooke und Mayow. Ideen über einen Grundstoff des Luftkreises (Spiritus nitro-aëreus), welcher an die sich verkalkenden Metalle tritt, für alle Verbrennungs-Processe und das Athmen der Thiere nothwendig ist. — Einfluß des physikalischen und chemischen Wissens auf die Ausbildung der Geognosie (Nicolaus Steno, Scilla, Lister); Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer. In der größten aller geognostischen Erscheinungen, in der mathematischen Gestalt der Erde, spiegeln sich erkennbar

ände der Urzeit ab, d. h. die primitive Flüssig-
rotirenden Masse und ihre Erhärtung als Erd-
. Gradmessungen und Pendelversuche in ver-
n Breiten. Polar-Abplattung. Die Erdgestalt
n Newton aus theoretischen Gründen erkannt,
ie Kraft aufgefunden, von deren Wirkung die
hen Gesetze eine nothwendige Folge sind. Die
ung einer solchen Kraft, deren Dasein in New-
sterblichem Werke der Principien entwickelt
fast gleichzeitig mit den durch die Infinite-
Rechnung eröffneten Wegen zu neuen ma-
chen Entdeckungen gewesen. S. 369–381.

VIII. Vielseitigkeit und innigere Verkettung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. — Rückblick auf die Hauptmomente in der Geschichte der Weltanschauung, die an große Begebenheiten geknüpft sind. — Die Vielseitigkeit der Verknüpfung alles jetzigen Wissens erschwert die Absonderung und Umgrenzung des Einzelnen. — Die Intelligenz bringt fortan Großes, fast ohne Anregung von außen, durch eigene innere Kraft nach allen Richtungen hervor. Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt so allmälig mit der Geschichte von der Idee eines Naturganzen zusammen. S. 382–384.

Drittes Buch.

ielle Ergebnisse der Beob-
tung in dem Gebiete kosmi-
r Erscheinungen. — Einlei-
g S. 385–397.

lick auf das Geleistete. Die Natur unter einem
n Gesichtspunkte betrachtet: in der reinen Ob-
der äußeren Erscheinung und im Reflex auf
ere des Menschen. — Eine bedeutsame Anrei-
Erscheinungen führt von selbst auf deren ur-
Zusammenhang. — Vollständigkeit bei
ung der Einzelheiten wird nicht beabsichtigt, am
in der Schilderung des reflectirten Naturbil-
r dem Einfluß schöpferischer Einbildungskraft.
eht neben der wirklichen oder äußeren
e ideale und innere Welt: voll physisch symbo-
ythen, verschieden nach Volksstämmen und Kli-
ahrhunderte lang auf spätere Generationen ver-
eine klare Naturansicht trübend. — Ursprung-
ollendbarkeit der Erkenntniß kosmischer Erschei-
Das Auffinden empirischer Gesetze, das
des Causalzusammenhanges der Er-
en, Weltbeschreibung und Welterklä-
Wie durch das Seiende sich ein kleiner Theil
rdens offenbart. — Verschiedene Phasen der
ärung, Versuche des Verstehens der Natur-
ng. — Aelteste Grundanschauung des helleni-
lsgeistes: physiologische Phantasien der ioni-
Schule, Keime wissenschaftlicher Naturbetrach-
wei Richtungen der Erklärung durch Annahme
er Prinzipien (Elemente) und durch Processe
ünnung und Verdichtung. Centrifugaler Um-
Wirbeltheorien. — Pathagoreer; Philosophie
ßes und der Harmonie, Anfang einer mathe-
hen Behandlung physischer Erscheinungen. —
nung und Weltregierung nach den physischen
gen des Aristoteles. Mittheilung der
ung als Grund aller Erscheinungen betrach-
der ist der Sinn der aristotelischen Schule auf
Verschiedenheit gerichtet. — Diese Art der
ilosophie, in Grundideen und Form, wird auf
telalter vererbt. Roger Bacon, der Natur-
es Vincenz von Beauvais, Liber cosmo-
us von Albert dem Großen, Imago Mundi
dinals Pierre d'Ailly. — Fortschritt durch
o Bruno und Telesio. — Klarheit in der
ung von der Gravitation als Massen-An-
bei Copernicus. — Erste Versuche einer ma-
hen Anwendung der Gravitations-Lehre
ler. — Die Schrift vom Kosmos des Des-
(Traité du Monde) großartig unternommen,
ge nach seinem Tode nur fragmentarisch erschie-
r Kosmotheoros von Huygens des großen
unwürdig. — Newton und sein Werk Phi-
ae Naturalis Principia mathematica. — Stre-
der Erkenntniß eines Weltganzen. Ist die
löschbar, die gesammte Naturlehre von den Ge-
r Schwere an bis zu den gestaltenden Thätigkei-
ten in den organischen und belebten Körpern auf ein Princip zurückzuführen? Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Die Unvollendbarkeit der Empirie macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie zu erklären, zu einer unbestimmten.

A. Uranologischer Theil der physischen Weltbeschreibung. S. 397–623. Zwei Abtheilungen, von welchen die eine den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnensystem umfaßt, S. 397.

a. Astrognosie (Fixsternhimmel) S. 397–399.

I. Weltraum und Vermuthungen über das, was den Weltraum zu erfüllen scheint, S. 399–406.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen. Funkeln der Gestirne. Geschwindigkeit des Lichtes. Ergebnisse der Photometrie. S. 406–434. — Reihung der Fixsterne nach Licht-Intensität S. 434–436.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. Sternhaufen (Sternschwärme). Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt. S. 437–463.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne. Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist. S. 463–483.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne. Problematische Existenz dunkler Weltkörper. Parallaxe. Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel. S. 483–492.

VI. Die vielfachen oder Doppelsterne. Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. S. 492–500.

VII. Die Nebelflecke. Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind?

Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe. S. 500–523.

β. Sonnengebiet S. 523–526.

I. Die Sonne als Centralkörper. S. 526–542.

II. Die Planeten S. 542–594.

A. Allgemeine Betrachtung der Planetenwelt S. 542–567.

a) Hauptplaneten S. 542–565.

b) Nebenplaneten S. 565–567.

B. Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebietes, S. 567–594.

Sonne S. 567–569.

Merkur S. 569–570.

Venus S. 570–571.

Erde 671.

Mond der Erde S. 571–581.

Mars S. 581–582;

Die Kleinen Planeten S. 582–585. Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Asträa, Egeria, Irene, Eunomia, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea;

Jupiter S. 585–587.

Satelliten des Jupiter S. 587–588

Saturn S. 588–590.

Satelliten des Saturn S. 590–591.

Uranus S. 591–592.

Satelliten des Uranus S. 592.

Neptun S. 592–594.

Satelliten des Neptun S. 594.

III. Die Cometen S. 594–606.

IV. Ring des Thierkreislichtes S. 606–608.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine S. 608–621.

Schlußworte S. 621–623.

Berichtigungen und Zusätze S. 624–625.

Inhalts-Uebersicht S. 625–636.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

a. Astrognosie:

I. Weltraum: — Nur einzelne Theile sind meßbar S. 399. — Widerstehendes (hemmendes) Mittel, Himmelsluft, Weltäther S. 400 und 401. — Wärmestrahlung der Sterne S. 402. — Temperatur des Weltraums S. 403 und 404. — Beschränkte Durchsichtigkeit? S. 404 und 405. — Regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Cometen von Encke S. 405. — Begrenzung der Atmosphäre? S. 406.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen: — Sehr verschiedene Lichtquellen zeigen gleiche Brechungs-Verhältnisse S. 408. — Verschiedenheit der Geschwindigkeit des Lichtes glühender fester Körper und des Lichts der Reibungs-Electricität S. 408, 426–428. — Lage der Wollaston'schen Linien S. 408. — Wirkung der Röhren S. 407. — Optische Mittel, hinreichend reflectirtes Licht zu unterscheiden, und Wichtigkeit dieser Mittel für die physische Astronomie S. 408 und 409. — Grenzen der gewöhnlichen Sehkraft S. 409 und 410. — Unvollkommenheit des Seh-Organs; Falsche (facies) Durchmesser der Sterne S. 411 und 412. — Einfluß der Form eines Gegenstandes auf den kleinsten Sehwinkel bei Versuchen über die Sichtbarkeit; Annäherung des Licht-Unterschiedes von $^1/_{100}$ der Lichtstärke. Sehen ferner Gegenstände auf positive und negative Weise S. 410–413. — Ueber das Sehen der Sterne bei Tage mit unbewaffnetem Auge aus Brunnen oder auf hohen Bergen S. 413 und 414. — Ein schwächeres Licht neben einem stärkeren S. 410 Anm. *). — Nebenbelichtete Strahlen und Schwänze 411, 450 und 451. — Ueber die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten mit bloßem Auge S. 410 und 411. — Schwanken der Sterne S. 414 und 415. — Anfang des teleskopischen Sehens; Anwendung zur Messung S. 415–417. — Refractoren von großer Länge S. 417; Reflectoren S. 417 und 418. — Tagbeobachtungen; wie starke Vergrößerungen das Auffinden der Sterne bei Tage erleichtern können S. 418–421. Erklärung des Funkelns und der Sintillation der Fixsterne S. 421–424. — Geschwindigkeit des Lichts S. 424–429. — Größenordnung der Sterne; photometrische Verhältnisse und Methoden der Messung S. 429–434. — Cyanometer S. 433. — Photometrische Reihung der Fixsterne S. 434–436.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne; Sternhaufen und Milchstraße: — Zustände der Himmelsdecke, welche das Erkennen der Sterne begünstigen oder hindern, S. 437. — Zahl der Sterne; wie viele mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können S. 437 und 438. — Wie viele mit Quantitätstimmungen und auf Sternkarten eingetragen sind S. 439–444. — Gewagte Schätzung der Zahl von Sternen, welche mit den jetzigen raumdurchdringenden Fernrohren am ganzen Himmel sichtbar sein könnten, S. 444. — Beschauende Astrognosie oder Völker S. 445. — Griechische Sphäre S. 445–449. — Krystallhimmel S. 449–450. — Falsche Durchmesser der Fixsterne in Fernröhren S. 450 und 451. — Kleinste Gegenstände des Himmels, die noch teleskopisch gesehen werden, S. 451. — Farbenverschiedenheit der Sterne, und Veränderungen, welche seit dem Alterthum in den Farben vorgegangen, S. 451–455. — Sirius (Sothis) S. 453 und 454. — Die vier königlichen Sterne S. 455. — Allmälige Bekanntschaft mit dem südlichen Himmel S. 455 und 456. — Vertheilung der Fixsterne, Gesetze relativer Vertheilung, Aichungen 456 und 457. — Sternhaufen und Sternschwärme S. 457–459. — Milchstraße S. 459–463.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne, veränderliche Sterne, und Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, in welchen die Periodicität noch nicht erforscht ist: — Neue Sterne in den letzten zweitausend Jahren S. 463–471. — Periodisch veränderliche Sterne: Historisches S. 471 und 472, Farbe S. 472, Zahl S. 473; Gesetzliches in scheinbarer Unregelmäßigkeit, große Unterschiede der Helligkeit, Perioden in den Perioden S. 473–475. — Argelander's Tabelle der veränderlichen Sterne, mit Commentar S. 476–480 u. Anm. S. 479 und 474. — Veränderliche Sterne in unbestimmten Perioden (η Argûs, Capella, Sterne des Großen und Kleinen Bären) S. 480–482. — Rückblick auf mögliche Veränderungen in der Temperatur der Erdoberfläche S. 482 und 483.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne, dunkle Weltkörper, Parallaxe; Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel: — Veränderung des physiognomischen Charakters der Himmelsdecke S. 483 und 484. — Quantität der eigenen Bewegung S. 484 und 485. — Beweise für die wahrscheinliche Existenz nicht leuchtender Körper S. 485 und 486. — Parallaxe

und Messung des Abstandes einiger Fixsterne von unserem Sonnensystem S. 486–489. — Die Aberration des Lichtes kann bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden S. 489. — Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat auf die Kenntniß der Bewegung unseres eignen Sonnensystems, ja zur Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geführt S. 484–490. — Problem der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Centralsonne? S. 491 und 492.

VI. Doppelsterne, Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: — Optische und physische Doppelsterne S. 493; Zahl 493–497. — Einfarbigkeit und verschiedenartige Farben; letztere nicht Folge optischer Täuschung, des Contrastes der Complementar-Farben S. 497–499. — Wechsel der Helligkeit S. 499. — Mehrfache (3 bis 6fache Verbindungen S. 499. — Berechnete Bahn-Elemente, halbe große Axen und Umlaufszeit in Jahren S. 499 und 500.

VII. Nebelflecke, Magellanische Wolken und Kohlensäcke: — Auflöslichkeit der Nebelflecke: ob sie alle ferne und dichte Sternhaufen sind? S. 500 und 501. — Historisches S. 501–507. — Zahl der Nebelflecke, deren Position bestimmt ist S. 507 und 508. — Vertheilung der Nebel und Sternhaufen in der nördlichen und südlichen Himmelssphäre S. 508; nebelärmere Räume und Maxima der Gedrängtheit S. 509. — Gestaltung der Nebelflecke: kugelförmige, Ringnebel, spiralförmige Doppelnebel, planetarische Nebelsterne S. 510–513. — Nebelfleck (Sternhaufen) der Andromeda S. 459, 502 und 503, 510 Anm. †); großer Nebelfleck um η Argûs S. 515 und 516; Nebelfleck im Schützen S. 516; Nebelflecke im Schwan und im Fuchse, Spiral-Nebelfleck im nördlichen Jagdhunde S. 516 und 517. — Die beiden Magellanischen Wolken S. 517–521. — Schwarze Flecken oder Kohlensäcke S. 521 und 522.

β. Sonnengebiet: Planeten und ihre Monde, Ring des Thierkreis-Lichtes und Schwärme der Meteor-Asteroiden S. 523–526.

I. Die Sonne als Centralkörper: — Numerische Angaben S. 526–528. — Physische Beschaffenheit der Oberfläche; Umhüllungen der dunkeln Sonnenkugel; Sonnenflecken, Sonnenfackeln S. 528–536. — Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben; problematische Verfinsterungen S. 536. — Intensität des Lichts im Centrum der Sonnenscheibe und an den Rändern S. 537–539. — Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus; Seebeck, Ampère, Faraday S. 539–540. — Einfluß der Sonnenflecken auf die Temperatur unseres Luftkreises S. 540–542.

II. Die Planeten:

A. Allgemeine vergleichende Betrachtungen:

a. Hauptplaneten:

1) Zahl und Epochen der Entdeckung S. 542–549; Namen, Planetentage (Woche) und Planetenstunden S. 544–547.

2) Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen S. 549–551.

3) Absolute und scheinbare Größe, Gestaltung S. 551 und 552.

4) Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne, sogenanntes Gesetz von Titius; alter Glaube, daß die Himmelskörper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von jeher sichtbar waren; Proselenen S. 552–558.

5) Massen der Planeten S. 558.

6) Dichtigkeit der Planeten S. 559.

7) Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung S. 559 und 560.

8) Neigung der Planetenbahnen und Rotationsachsen, Einfluß auf Klimate S. 560–563.

9) Excentricität der Planetenbahnen 563–565.

b) Nebenplaneten S. 565–567.

B. Specielle Betrachtung, Aufzählung der einzelnen Planeten und ihr Verhältniß zur Sonne als Centralkörper:

Sonne S. 567–569.

Mercur S. 569 und 570.

Venus: Flecken S. 570 und 571.

Erde: numerische Verhältnisse S. 571.

Mond der Erde: Licht und Wärme erzeugend; aschgraues Licht oder Erdenlicht im Monde; Flecken; Natur der Mond-Oberfläche, Gebirge und Ebenen, gemessene Höhen; herrschender Typus kreisförmiger Gestaltung, Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erscheinungen, alte Spuren der Reaction des Inneren gegen das Aeußere (die Oberfläche); Mangel von Sonnen- und Erdfluthen, wie von Strömungen als fortschaffenden Kräften, wegen Mangels eines flüssigen Elements; wahrscheinliche geognostische Folgen dieser Verhältnisse S. 571–581.

Mars: Abplattung, Oberflächen-Ansehen, verändert durch den Wechsel der Jahreszeiten, S. 581 und 582.

Die Kleinen Planeten S. 582–585.

Jupiter: Rotationszeit, Flecken und Streifen S. 585–587.

Satelliten des Jupiter S. 587 und 588.

Saturn: Streifen, Ringe, excentrische Lage S. 588–590.

Satelliten des Saturn S. 590 und 591.

Uranus S. 591.

Satelliten des Uranus S. 592.

Neptun: Entdeckung und Elemente S. 592–594.

Satelliten des Neptun S. 594.

III. Die Cometen: — bei der kleinsten Masse ungeheure Räume ausfüllend; Gestaltung, Perioden des Umlaufs, Theilung; Elemente der inneren Cometen S. 594–606.

IV. Der Ring des Thierkreislichtes: — Historisches. — Intermittenz zwiefach: stündliche und jährliche? — Zu unterscheiden, was dem kosmischen Lichtprocesse selbst im Ringe des Thierkreislichtes angehört, was der veränderlichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre. — Wichtigkeit einer langen Reihe correspondirender Beobachtungen unter den Tropen in verschiedenen Höhen über dem Meere bis neun- und zwölftausend Fuß. — Gegenschein wie beim Untergang der Sonne. — Vergleich in derselben Nacht mit bestimmten Theilen der Milchstraße. — Ob der Ring des Zodiacallichtes mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt. S. 606–608.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine: — Aelteste chronologisch sicher bestimmte Aerolithenfälle, und Einfluß, welchen der Steinfall zu Aegos Potamoi und die kosmische Erklärung desselben auf die Weltansichten des Anaxagoras und Diogenes von Apollonia (aus der neueren ionischen Schule) ausgeübt haben; Umschwung, welcher der Stärke des Falles entgegenwirkt (Centrifugalkraft und Gravitation); S. 608–611. — Geometrische und physische Verhältnisse der Meteore, bei sporadischen und periodischen Meteorfällen; Radiation der Sternschnuppen, bestimmte Ausgangspunkte; Mittelzahl der sporadischen und periodischen Sternschnuppen in einer Stunde nach Verschiedenheit der Monate S. 611–614. — Außer dem Strom des heil. Laurentius und dem jetzt schwächeren November-Phänomen sind noch 4 bis 5 andere periodisch im Jahr wiederkehrende Sternschnuppen-Fälle als sehr wahrscheinlich erkannt worden S. 614 und 615. — Höhe und Geschwindigkeit der Meteore S. 615. — Physische Verhältnisse, Färbung und Schweife, Verbrennungs-Proceß, Größe; Beispiele der Entzündung von Gebäuden; S. 615–617. — Meteorsteine; Aerolithen-Fälle bei heiterem Himmel oder nach Entstehung eines kleinen dunkelen Meteorgewölks S. 617–618. — Problematische Häufigkeit der Sternschnuppen zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden (stündliche Variation) S. 618. — Chemische

Verhältniſſe der Aërolithen; Analogie mit den Gemengtheilen tellurischer Gebirgsarten S. 618–621.

Schlußworte: — Rückblick auf das Erſtrebte. — Beſchränkung nach der Natur der Compoſition einer phyſiſchen Weltbeſchreibung. — Darſtellung thatſächlicher Beziehungen der Weltkörper gegen einander. — Kepler's Geſetze planetariſcher Bewegung. — Einfachheit der uranologiſchen Probleme im Gegenſatz zu den telluriſchen, wegen Ausſchluſſes der Wirkungen, welche aus Stoffverſchiedenheit und Stoffwechſel entſtehen. — Elemente der Stabilität des Planetenſyſtems S. 621–623.

Berichtigungen und Zuſätze S. 623 und 624.

Inhalts-Ueberſicht S. 625–636

Die Temperaturangaben in dieſem Werke ſind, wo nicht das Gegentheil beſtimmt ausgedrückt iſt, in Graden des hunderttheiligen Thermometers; die Meilen ſind geographiſche, 15 auf den Aequatorialgrad. Das Fuß- und Zollmaaß iſt das altfranzöſiſche, in dem die Toiſe 6 Pariſer Fuß zählt. Die geographiſchen Längen ſind immer von dem Meridian der Pariſer Sternwarte an gerechnet.

Paris, im März 1845.

Viertes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung

in dem Gebiete tellurischer Erscheinungen.

Einleitung.

In einem vielumfassenden Werke, in dem Leichtigkeit des Verständnisses und Klarheit des Totaleindrucks erstrebt werden, sind Composition und Gliederung in der Anordnung des Ganzen fast noch wichtiger als die Reichhaltigkeit des Inhalts. Dieses Bedürfniß wird um so fühlbarer, als in dem Buche von der Natur (im Kosmos) die Verallgemeinerung der Ansichten, sowohl in der Objectivität der äußeren Erscheinung als in dem Reflex der Natur auf das Innere des Menschen (auf seine Einbildungskraft und seine Gefühle), von der Herzählung der einzelnen Resultate sorgsam getrennt werden muß. Jene Verallgemeinerung, in welcher die Weltanschauung als ein Naturganzes auftritt; zugleich aber auch nachgewiesen wird, wie unter den verschiedensten Zonen, in dem Lauf der Jahrhunderte, allmälig die Menschheit das Zusammenwirken der Kräfte zu erkennen gesucht hat: ist in den ersten zwei Büchern des Kosmos enthalten. Wenn eine bedeutsame Anreihung von Erscheinungen auch an sich dazu geeignet ist den ursachlichen Zusammenhang erkennen zu lassen; so kann doch das allgemeine Naturgemälde nur dann einen lebensfrischen Eindruck hervorbringen, wenn es, in enge Grenzen eingeschlossen, nicht durch allzu große Anhäufung zusammengedrängter Thatsachen an Uebersichtlichkeit verliert.

Wie man in Sammlungen graphischer Darstellungen der Erdoberfläche, oder der inneren Construction der Erdrinde, generelle Uebersichtskarten den speciellen vorhergehen läßt; so hat es mir in der physischen Weltbeschreibung am geeignetsten und dem Verständniß des Vortrags am entsprechendsten geschienen, auf die Betrachtung des Weltganzen aus allgemeinen und höheren Gesichtspunkten, in den zwei letzten Büchern meiner Schrift solche specielle Ergebnisse der Beobachtung abgesondert folgen zu lassen, welche den gegenwärtigen Zustand unseres Wissens vorzugsweise begründen. Es sind daher diese beiden Bücher, nach meiner schon früher gemachten Erinnerung (3. Buch S. 385 — 388), nur als eine Erweiterung und sorgfältigere Ausführung des allgemeinen Naturgemäldes (1. Buch S. 36 — 191) zu betrachten; und wie von beiden Sphären des Kosmos die uranologische oder siderische ausschließlich in dem dritten Buche behandelt worden ist, so bleibt die tellurische Sphäre dem jetzt erscheinenden letzten Buche bestimmt. Auf diese Weise ist die uralte, einfache und natürliche Scheidung des Geschaffenen in Himmel und Erde, wie sie bei allen Völkern, in den frühesten Denkmälern des Bewußtseins der Menschheit auftritt, beibehalten worden.

Wenn schon im Weltall der Uebergang von dem Fixsternhimmel, an welchem zahllose Sonnen, sei es isolirt oder um einander kreisend, sei es als ferne Nebel, leuchten, zu unserem Planetensystem ein Herabsteigen von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen ist; so wird der Schauplatz der Betrachtung noch um vieles verengt, wenn man von der Gesammtheit des gestaltenreichen Sonnengebietes zu einem einigen um die Sonne kreisenden Planeten, zu dem Erdsphäroid, übergeht. Die Entfernung des nächsten Fixsternes, α Centauri, ist noch 263mal größer als der Durchmesser unseres Sonnengebietes, bis zum Aphel des Cometen von 1680 gerechnet; und doch liegt dieses Aphel schon 853mal weiter als unsere Erde von der Sonne (Kosmos 3. B. S. 599). Diese Zahlen (die Parallaxe von α Cent. zu 0″,9187 gerechnet) bestimmen annäherungsweise zugleich die Distanz einer uns nahen Region des Fixsternhimmels von der vermutheten äußersten Region des Sonnengebietes, wie die Entfernung dieser Grenze von dem Ort der Erde.

Die Uranologie, welche sich mit dem beschäftigt, was den fernen Weltraum erfüllt, bewahrt ihren alten Ruhm, den anregendsten Eindruck des Erhabenen auf die Einbildungskraft hervorzubringen, durch die Unerfaßbarkeit der Raum- und Zahlenverhältnisse, die sie darbietet; durch die erkannte Ordnung und Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Weltkörper; durch die Bewunderung, welche den errungenen Resultaten der Beobachtung und einer geistigen Forschung gezollt wird. Dieses Gefühl der Regelmäßigkeit und Periodicität hat sich so früh dem Menschen aufgedrängt, daß es sich oft in den Sprachformen reflectirt, welche auf den geordneten Lauf der Gestirne hindeuten. Dazu sind die erkannten Gesetze, die in der himmlischen Sphäre walten, vielleicht am bewundernswürdigsten durch ihre Einfachheit, da sie sich allein auf das Maaß und die Vertheilung der angehäuften ponderablen Materie und deren Anziehungskräfte gründen. Der Eindruck des Erhabenen, wenn er aus dem Unermeßlichen und sinnlich Großen entspringt, geht, uns selbst fast unbewußt, durch das geheimnißvolle Band, welches das Uebersinnliche mit dem Sinnlichen verknüpft, in eine andere, höhere Sphäre der Ideen über. Es wohnt dem Bilde des Unermeßlichen, des Grenzenlosen, des Unendlichen eine Kraft bei, die zu ernster, feierlicher Stimmung anregt und, wie in dem Eindruck alles geistig Großen und moralisch Erhabenen, nicht ohne Rührung ist.

Die Wirkung, welche der Anblick außerordentlicher Himmelserscheinungen so allgemein und gleichzeitig auf ganze Volksmassen ausübt, bezeugt den Einfluß einer solchen Association der Gefühle. Was in erregbaren Gemüthern schon der bloße Anblick der gestirnten Himmelsdecke hervorbringen kann, wird durch tieferes Wissen und durch Anwendung der Werkzeugen vermehrt, die der Mensch erfunden, um seine Sehkraft und mit ihr den Horizont seiner Beobachtung zu vergrößern. Dabei gesellt sich zu dem uranologischen Eindruck des Unerfaßlichen im Weltall, durch die Gedankenverbindung mit dem Gesetzlichen und der geregelten Ordnung, auch der Eindruck des Friedlichen. Er benimmt der unergründlichen Tiefe des Raumes wie der Zeit, was bei aufgeregter Einbildungskraft ihnen Schauerliches zugeschrieben wird. Unter allen Himmelsstrichen preist der Mensch, bei der einfach natürlichen Empfänglichkeit seines Gemüthes, „die stille Ruhe einer sternklaren Sommernacht.“

Wenn nun Raum- und Massengröße dem siderischen Theile der Weltbeschreibung vorzugsweise angehören, und das Auge in ihm das einzige Organ der Weltanschauung ist; so hat dagegen der tellurische Theil den überwiegenden Vorzug, eine größere, wissenschaftlich unterscheidbare Mannigfaltigkeit in den vielfachen elementarischen Stoffen darzubieten. Mittelst aller unserer Sinne stehen wir mit der irdischen Natur in Contact; und so wie die Astronomie, als Kenntniß der bewegten leuchtenden Weltkörper einer mathematischen Bearbeitung am zugänglichsten, Veranlassung geworden ist den Gang der höheren Analysis und den Umfang des weiten Gebiets der Optik erstaunenswürdig zu vermehren: so ist die irdische Sphäre allein durch ihre Stoff-Verschiedenheit

nd das complicirte Spiel der Kraftäußerung dieſer Stoffe die Gründerin der Chemie, nd ſolcher phyſikaliſchen Disciplinen geworden, welche Erſcheinungen behandeln, e bisher noch von den wärme- und lichterzeugenden Schwingungen getrennt werden. ede Sphäre hat demnach durch die Natur der Probleme, welche ſie der Forſchung dar- etet, einen verſchiedenen Einfluß auf die Geiſtesarbeit und die Bereicherung des Wiſſens r Menſchheit ausgeübt.

Alle Weltkörper, außer unſerem Planeten und den Aerolithen, welche von dieſem an- ezogen werden, ſind für unſere Erkenntniß nur homogene gravitirende Materie, hne ſpecifiſche, ſogenannte elementare Verſchiedenheit der Stoffe. Eine ſolche Einfachheit r Vorſtellung iſt aber keineswegs in der inneren Natur und Conſtitution jener fernen Weltkörper ſelbſt, ſie iſt allein in der Einfachheit der Bedingungen gegründet, deren An- ahme hinreicht die Bewegungen im Weltraume zu erklären und vorherzubeſtimmen. Sie ntſteht, wie wir ſchon mehrfach zu erinnern Gelegenheit gehabt haben (Kosmos 1. B. . 27—30 und 67; 3. B. S. 385, 392, 393—97, 609 und 621), durch die Ausſchließ- ng von allem Wahrnehmbaren einer Stoff-Verſchiedenheit; ſie bietet dar die öſung des großen Problems einer Himmels-Mechanik, welche alles Veränder- che in der uranologiſchen Sphäre der alleinigen Herrſchaft der Bewegungslehre unter- irft.

Periodiſche Wechſel von Lichterſcheinungen auf der Oberfläche des Mars deuten freilich ch Verſchiedenheit der dortigen Jahreszeiten auf meteorologiſche Proceſſe und, durch ält erregte Polar-Niederſchläge in der Atmoſphäre jenes Planeten (Kosmos 3. Buch . 582). Durch Analogien und Ideenverbindungen geleitet, mögen wir hier auf Eis er Schnee (Sauer- und Waſſerſtoff), wie in den Eruptiv-Maſſen des Mondes oder ſei- n flachen Ringebenen auf Verſchiedenheit der Gebirgsarten im Monde, ſchließen; er unmittelbare Beobachtung kann uns nicht darüber belehren. Auch erlaubte ſich Newton r Vermuthungen über die elementare Conſtitution der Planeten, die zu demſelben onnengebiete gehören: wie wir in einem wichtigen, zu Kenſington mit Conduit gepfloge- n Geſpräche vernehmen (Kosmos 1. B. S. 65). Das einförmige Bild ſtoffgleicher, avitirender Materie, zu Himmelskörpern geballt, beſchäftigt auf mannigfaltige Weiſe die hnende Phantaſie des Menſchen; ja die Mythe leiht der lautloſen Einöde des Weltraums lbſt den Zauber der Töne (Kosmos 3. B. S. 553—555).

In dem unendlichen Reichthum chemiſch verſchiedener Stoffe und dem Spiel ihrer Kraft- ußerungen; in der geſtaltenden, formbildenden Thätigkeit der ganzen organiſchen Natur nd vieler anorganiſchen Subſtanzen; in dem Stoffwechſel, der den ewig wandeln- en Schein des Werdens und der Vernichtung darbietet: ſtrebt der ordnende Geiſt, bei Durchforſchung des irdiſchen Reichs, oft mißmüthig nach einfachen Bewegungs-Geſetzen. Schon in der Phyſik des Ariſtoteles heißt es: die Grundprincipien aller Natur ſind das Veränderliche und die Bewegung; wer dieſe nicht anerkannt hat, erkennt auch die Natur nicht" (Phys. Auscult. III. 1 p. 200 Bekker); und, auf Stoff-Verſchiedenheit, „Unter- ſchied in der Weſenheit", hindeutend, nennt er Bewegung in Bezug auf die Kategorie des Qualitativen: Umwandlung, ἀλλοίωσις: ſehr verſchieden von der bloßen Miſchung, μίξις, und einer Durchdringung, welche das Wiedertrennen nicht ausſchließt (de gener. et corrupt. I, 1 p. 327).

Das ungleiche Steigen der Flüſſigkeiten in Haarröhren; die in allen organiſchen Zellen o thätige Endosmoſe, welche wahrſcheinlich eine Folge der Capillarität iſt; die Verdichtung on Gas-Arten in den poröſen Körpern (des Sauerſtoff-Gaſes im Platinmohr, mit einem Drucke, der einer Kraft von mehr als 700 Atmoſphären gleich iſt; der Kohlenſäure in Buchsbaum-Kohle, von der mehr als ½ an den Wänden der Zellen in tropfbar-flüſſigem uſtand verdichtet wird); die chemiſche Wirkung der Contact-Subſtanzen, welche urch ihre Gegenwart (catalytiſch) Verbindungen veranlaſſen oder zerſtören, ohne

selbst einen Antheil daran zu nehmen: — alle diese Erscheinungen lehren, daß die Stoffe in unendlich kleinen Entfernungen eine Anziehung gegen einander ausüben, die von ihrer specifischen Wesenheit abhängt. Solche Anziehungen können nicht ohne, durch sie erregte, aber unserem Auge entschwindende, Bewegungen gedacht werden.

In welchem Verhältnisse die gegenseitige Molecular-Attraction, als eine Ursach perpetuirlicher Bewegung auf der Oberfläche des Erdkörpers, und höchst wahrscheinlich in seinem Inneren, zu der Gravitations-Attraction steht, welche die Planeten sowohl als ihre Centralkörper eben so perpetuirlich bewegt: ist uns noch völlig unbekannt. Schon durch die theilweise Lösung eines solchen rein physischen Problems würde das Höchste und Ruhmvollste erreicht werden, was auf diesen Wegen Experiment und Gedankenverbindung erreichen können. Ich nenne in dem eben berührten Gegensatze die Anziehung, welche in den Himmelsräumen in grenzenlosen Entfernungen waltet, und sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, nicht gern, wie man gewöhnlich thut, ausschließlich die Newton'sche. Eine solche Bezeichnung enthält fast eine Ungerechtigkeit gegen das Andenken des großen Mannes, der schon beide Kraftäußerungen anerkannte, doch aber keineswegs so scharf von einander trennte, daß er nicht, wie in glücklichem Vorgefühl künftiger Entdeckungen, es hätte versuchen sollen, in seinen Zusätzen zur Optik, Capillarität, und das Wenige, was damals von chemischer Affinität bekannt war, der allgemeinen Gravitation zuzuschreiben. (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 384; Kosmos 3. Buch S. 395.

Wie in der Sinnenwelt vorzugsweise an dem Meerhorizont Trugbilder aufdämmern, die dem erwartungsvollen Entdecker eine Zeit lang den Besitz eines neuen Landes verheißen; so sind am idealen Horizont in den fernsten Regionen der Gedankenwelt dem ernsten Forscher auch manche Hoffnungen vielverheißend aufgegangen und wieder verschwunden. Allerdings sind großartige Entdeckungen neuerer Zeit geeignet gewesen die Spannung zu erhöhen: so die Contact-Electricität; der Rotations-Magnetismus, welcher selbst durch tropfbare oder zu Eis erstarrte Flüssigkeiten erregt wird; der glückliche Versuch, alle chemische Verwandtschaft als Folge der electrischen Relationen von Atomen mit einer prädominirenden Polarkraft zu betrachten; die Theorie isomorpher Substanzen in Anwendung auf Krystallbildung; manche Erscheinungen des electrischen Zustandes der belebten Muskelfaser; die errungene Kenntniß von dem Einfluß des Sonnenstandes (der temperatur-erhöhenden Sonnenstrahlen) auf die größere oder geringere magnetische Empfänglichkeit und Fortpflanzungskraft von einem Bestandtheil unserer Atmosphäre, dem Sauerstoffe. Wenn unerwartet in der Körperwelt etwas aus einer noch unbekannten Gruppe von Erscheinungen aufglimmt, so kann man um so mehr sich neuen Entdeckungen nahe glauben, als die Beziehungen zu dem schon Ergründeten unklar oder gar widersprechend scheinen.

Ich habe vorzugsweise solche Beispiele angeführt, in denen dynamische Wirkungen motorischer Anziehungskräfte die Wege zu eröffnen scheinen, auf welchen man hoffen möchte der Lösung der Probleme von der ursprünglichen, unwandelbaren und darum elementar genannten Heterogeneität der Stoffe (Oxygen, Hydrogen, Kali, Schwefel, Phosphor, Zinn), und von dem Maße ihres Verbindungs-Bestrebens (ihrer chemischen Affinität) näher zu treten. Unterschiede der Form und Mischung sind aber, ich wiederhole es hier, die Elemente unserers ganzen Wissens von der Natur; sie sind die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu fassen, messend und zersetzend zugleich. Das Detoniren knallsaurer Salze bei einem leisen mechanischen Drucke, und die noch furchtbarere, von Feuer begleitete, Explosion des Chlor-Stickstoffs contrastiren mit der detonirenden Verbindung von Chlorgas und Wasserstoffgas bei dem Einfall eines directen (besonders violetten) Sonnenstrahls. Stoffwechsel, Fesselung und Entfesselung bezeichnen den ewigen Kreislauf der Elemente in der anorganischen Natur wie in der belebten Zelle der Pflanzen und Thiere. Die

Menge des vorhandenen Stoffes bleibt aber dieselbe, die Elemente wechseln nur ihre relative Lage zu einander."

Es bewährt sich demnach der alte Ausspruch des Anaxagoras: daß das Seiende sich weder mehre noch vermindere im Weltall; daß das, was die Hellenen das Vergehen der Dinge nennen, ein bloßes Entmischen sei. Allerdings ist die irdische Sphäre, als Sitz der, unserer Beobachtung zugänglichen, organischen Körperwelt, scheinbar eine Werkstatt des Todes und der Verwesung; aber der große Naturprozeß langsamer Verbrennung, den wir Verwesung nennen, führt keine Vernichtung herbei. Die entfesselten Stoffe vereinigen sich zu anderen Gebilden; und durch die treibenden Kräfte, welche diesen inwohnen, entkeimt neues Leben dem Schooße der Erde.

B.

Ergebnisse der Beobachtung

aus dem tellurischen Theile der physischen Weltbeschreibung.

Bei dem Streben ein unermeßliches Material der mannigfaltigsten Objecte zu beherrschen, d. h. die Erscheinungen so an einander zu reihen, daß die Einsicht in ihren Causal-Zusammenhang erleichtert werde, kann der Vortrag nur dann Uebersicht und lichtvolle Klarheit gewähren, wenn das Specielle, besonders in dem errungenen, lange durchforschten Felde der Beobachtung, den höheren Gesichtspunkten kosmischer Einheit nicht entrückt wird. Die tellurische Sphäre, der uranologischen entgegengesetzt, zerfällt in zwei Abtheilungen, in das anorganische und organische Gebiet. Das erstere umfaßt: Größe, Gestalt und Dichtigkeit des Erdkörpers; innere Wärme; elektro-magnetische Thätigkeit; mineralogische Constitution der Erdrinde; Reaction des Inneren des Planeten gegen seine Oberfläche, dynamisch wirkend durch Erschütterung, chemisch wirkend durch stein-bildende und stein-umändernde Processe; theilweise Bedeckung der festen Oberfläche durch Tropfbar-Flüssiges, das Meer; Umriß und Gliederung der gehobenen Feste (Continente und Inseln); die allgemeine, äußerste, gasförmige Umhüllung (den Luftkreis). Das zweite oder organische Gebiet umfaßt nicht die einzelnen Lebensformen selbst, wie in der Naturbeschreibung, sondern die räumlichen Beziehungen derselben zu den festen und flüssigen Theilen der Erdoberfläche, die Geographie der Pflanzen und Thiere, die Abstufungen der specifisch einigen Menschheit nach Racen und Stämmen.

Auch diese Abtheilung in zwei Gebiete gehört gewissermaßen dem Alterthum an. Es wurden schon damals geschieden die elementarischen Processe, der Formenwechsel und Uebergang der Stoffe in einander von dem Leben der Pflanzen und Thiere. Der Unterschied beider Organismen war, bei fast*) gänzlichem Mangel an Mitteln die Sehkraft zu erhöhen, nur auf ahndungsvolle Intuition, und auf das Dogma von der Selbsternährung (Aristot. de Anima II, 1 T. I. p. 412, a 14 Bekker) und dem inneren Anlaß zur Bewegung gegründet. Jene Art der geistigen Auffassung, welche ich Intuition nannte, und mehr noch die dem Stagiriten eigene Schärfe fruchtbringender Gedankenverbindung leiteten ihn sogar auf die scheinbaren Uebergänge von dem Unbelebten zu dem Belebten, von dem Elementarischen zu der Pflanze; ja zu der Ansicht, daß es bei den sich immer höher gestaltenden Bildungsprocessen allmälige Mittelstufen gebe von den Pflanzen zu den niederen Thieren (Aristot. de part. Animal. IV, 5 p. 681, a 12 und hist. Animal. VIII,

*) Kosmos 2. Buch S. 407 (vergl. auch 2. Buch S. 320 und 362.

I p. 588, a 4 Bekker). Die Geſchichte der Organismen (das Wort Geſchichte in ſeinem urſprünglichen Sinne genommen, alſo in Beziehung auf frühere Zeitepochen, wie die der alten Floren und Faunen) iſt ſo innig mit der Geologie, mit der Reihenfolge über einander gelagerter Erdſchichten, mit der Chronometrik der Länder- und Gebirgs-Erhebung verwandt, daß es mir wegen Verkettung großer und weitverbreiteter Phänomene geeigneter ſchien die, an ſich ſehr natürliche Sonderung des organiſchen und anorganiſchen Erdenlebens in einem Werke über den Kosmos nicht als ein Hauptelement der Claſſification aufzuſtellen. Es handelt ſich hier nicht um einen morphologiſchen Geſichtspunkt, ſondern vorzugsweiſe um eine nach Totalität ſtrebende Anſicht der Natur und ihrer wirkenden Kräfte.

I.

Größe, Geſtaltung und Dichtigkeit der Erde. — Innere Wärme und Vertheilung derſelben. — Magnetiſche Thätigkeit, ſich offenbarend in Veränderungen der Inclination, Declination und Intenſität der Kraft unter dem Einfluß des luſterwärmenden und luftverdünnenden Zuſtandes. Magnetiſche Gewitter; Polarlicht.

Was alle Sprachen, wenn gleich etymologiſch unter verſchiedenartig ſymboliſirenden Formen, mit dem Ausdruck Natur und, da zuerſt der Menſch alles auf ſeinen heimathlichen Wohnſitz bezieht, mit dem Ausdruck irdiſche Natur bezeichnen, iſt das Reſultat von dem ſtillen Zuſammenwirken eines Syſtems treibender Kräfte, deren Daſein wir nur durch das erkennen, was ſie bewegen, miſchen und entmiſchen: ja theilweiſe zu organiſchen, ſich gleichartig wiedererzeugenden, Geweben (lebendigen Organismen) ausbilden. Naturgefühl iſt für ein empfängliches Gemüth der dunkle, anregende, erhebende Eindruck dieſes Waltens der Kräfte. Zuerſt feſſeln unſere Neugier die räumlichen Größen-Verhältniſſe unſeres Planeten, eines Häufchens geballter Materie im unermeßlichen Weltall. Ein Syſtem zuſammenwirkender, einigender oder (polariſch) trennender Thätigkeiten ſetzt die Abhängigkeit jedes Theils des Naturganzen von dem andern, in den elementaren Proceſſen (der anorganiſchen Formbildung) wie in dem Hervorrufen und der Unterhaltung des Lebens, voraus. Die Größe und Geſtalt des Erdkörpers, ſeine Maſſe (Quantität materieller Theile), welche, mit dem Volum verglichen, die Dichtigkeit und durch dieſe, unter gewiſſen Bedingungen, die Conſtitution des Inneren wie das Maaß der Anziehung beſtimmt; ſtehen unter ſich in mehr erkennbarer und mehr mathematiſch zu behandelnder Abhängigkeit, als es diejenige iſt, welche wir bisher in den eben genannten Lebensproceſſen, in den Wärme-Strömungen, den telluriſchen Zuſtänden des Electro-Magnetismus oder den chemiſchen Stoffwechſeln wahrnehmen. Beziehungen, die man in complicirten Erſcheinungen noch nicht quantitativ zu meſſen vermag, können deshalb doch vorhanden ſein und durch Inductionsgründe wahrſcheinlich gemacht werden.

Wenn auch die beiden Arten der Anziehung: die, welche in bemerkbaren Entfernungen wirkt (wie Schwerkraft, Gravitation der Weltkörper gegen einander); und die, welche in unmeßbaren kleinſten Entfernungen ſtatt findet; (Molecular- oder Contact-Attraction); in dem gegenwärtigen Zuſtande unſeres Wiſſens nicht auf ein und daſſelbe Geſetz zu reduciren ſind: ſo iſt es darum doch nicht minder glaublich, daß Capillar-Anziehung und die, für das Aufſteigen der Säfte und für Thier- und Pflanzen-Phyſiologie ſo wichtige Endosmoſe von dem Maaße der Schwere und ihrer localen Vertheilung eben ſo afficirt werden als die electro-magnetiſchen Proceſſe und der chemiſche Stoffwechſel. Man darf annehmen, um an extreme Zuſtände zu erinnern, daß auf unſerem Planeten, wenn derſelbe nur die Maſſe des Mondes und alſo eine faſt 6mal geringere Intenſität der

Schwere hätte, die meteorologiſchen Proceſſe, das Klima, die hypſometriſchen Verhältniſſe der gehobenen Gebirgsketten, die Phyſiognomie (facies) der Vegetation ganz verſchieden ſein würden. Die abſolute Größe unſeres Erdkörpers, mit der wir uns hier beſchäftigen werden, erhält ihre Wichtigkeit für den geſammten Haushalt der Natur bloß durch das Verhältniß, in dem ſie zur Maſſe und zur Rotation ſteht; denn auch im Weltall würden, wenn die Dimenſionen der Planeten, ihre Stoffmengen, Geſchwindigkeiten und Diſtanzen von einander in einer und derſelben Proportion zu- oder abnähmen, in dieſem idealen Makro- oder Mikrokosmos alle von den Gravitations-Verhältniſſen abhängige Erſcheinungen unverändert*) bleiben.

a. Größe, Figur (Abplattung) und Dichtigkeit der Erde.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 82—87.)

Der Erdkörper iſt gemeſſen und gewogen worden: zur Ermittelung ſeiner Geſtalt, ſeiner Dichtigkeit und Maſſe. Die Genauigkeit nach welcher man unausgeſetzt in dieſen terreſtriſchen Beſtimmungen geſtrebt, hat nicht weniger als die Auflöſung der Probleme der Aſtronomie gleichzeitig zu der Vervollkommnung der Meßinſtrumente und der analytiſchen Methoden beigetragen. Ein entſcheidender Theil der Gradmeſſung iſt übrigens ſelbſt aſtronomiſch; Sternhöhen bedingen die Krümmung des Bogens, deſſen Länge durch Auflöſung eines trigonometriſchen Netzes gefunden iſt. Der höheren Mathematik iſt es geglückt Wege zu eröffnen, um aus gegebenen numeriſchen Elementen die ſchwierigen Aufgaben der Geſtalt der Erde, der Figur des Gleichgewichts einer flüſſigen homogenen oder dichten, ſchalenähnlich ungleichartigen Maſſe zu löſen, welche ſich um eine feſte Axe gleichförmig dreht. Seit Newton und Huygens ſind die berühmteſten Geometer des achtzehnten Jahrhunderts mit dieſer Löſung beſchäftigt geweſen. Es iſt erſprießlich, ſtets daran zu erinnern, daß alles, was Großes durch Intenſität geiſtiger Kraft und durch mathematiſche Ideencombination erlangt wird, ſeinen Werth nicht blos von dem hat, was aufgefunden und der Wiſſenſchaft angeeignet worden iſt; ſondern vorzugsweiſe von dem, was dieſes Auffinden zur Ausbildung und Verſtärkung des analytiſchen Werkzeugs beigetragen hat.

„Die geometriſche Figur der Erde, der phyſiſchen entgegengeſetzt †), beſtimmt diejenige Oberfläche, welche die Oberfläche des Waſſers in einem mit dem Ocean zuſammenhangenden, die Erde überall bedeckenden und durchkreuzenden Netze von Canälen annehmen würde. Die geometriſche Oberfläche durchſchneidet die Richtungen der Kräfte ſenkrecht, welche aus allen von den einzelnen Theilchen der Erde ausgehenden Anziehungen, verbunden mit der, ihrer Umdrehungs-Geſchwindigkeit entſprechenden Centrifugalkraft, zuſammengeſetzt ſind ‡). Sie kann im ganzen nur als eine dem elliptiſchen Rotations-Sphäroid ſehr nahe zugehörige betrachtet werden; denn

*) „La loi de l'attraction réciproque au carré de la distance est celle des émanations qui partent d'un centre. Elle paraît être la loi de toutes les forces d'ont l'action se fait apercevoir *à des distances* sensibles, comme on l'a reconnu dans les forces électriques et magnétiques. Une des propriétés remarquables de cette loi est que, si les dimensions de tous les corps de l'univers, leurs distances mutuelles et leurs vitesses venaient à croître ou à diminuer proportionnellement, ils décriraient des courbes entièrement semblales à celles qu'ils décrivent: en sorte que l'univers, réduit ainsi successivement jusqu'au plus petit espace imaginable, offrirait toujours les mêmes apparences aux observateurs. Ces apparences sont par conséquent indépendantes des dimensions de l'univers, comme, en vertu de la loi de la proportionalité de la force à la vitesse, elles sont indépendantes du mouvement absolu qu'il peut y avoir dans l'espace." Laplace, Exposition du Syst. du Monde (5. ed.) p. 385.

†) Gauß, Beſtimmung des Breitenunterſchiedes zwiſchen den Sternwarten von Göttingen und Altona 1823 S. 73. (Beide Sternwarten liegen durch ein merkwürdiges Spiel des Zufalls auf weniger als eine Hausbreite in einerlei Meridian.)

‡) Beſſel über den Einfluß der Unregelmäßigkeiten der Figur der Erde auf geodätiſche Arbeiten und ihre Vergleichung mit aſtronomiſchen Beſtimmungen, in Schumacher's Aſtron. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 270; auch Beſſel und Baeyer, Gradmeſſung in Oſtpreußen 1838 S. 427—442.

Unregelmäßigkeiten der Massenvertheilung im Inneren der Erde erzeugen bei local veränderter Dichtigkeit ebenfalls Unregelmäßigkeit in der geometrischen Oberfläche, welche das Product der Gesammtwirkung ungleich vertheilter Elemente ist. Die physische Oberfläche ist unmittelbar durch die wirklich vorhandene des Festen und Flüssigen auf der äußeren Erdrinde gegeben." Wenn es schon aus geologischen Gründen nicht unwahrscheinlich ist, daß zufällige Veränderungen, welche in den geschmolzenen, trotz des Druckes, den sie erleiden, leicht bewegten Theilen des Inneren durch Ortswechsel den Massen vorgehen, selbst die geometrische Oberfläche in Krümmung der Meridiane und Parallele in kleinen Räumen nach sehr langen Zeitabschnitten modificiren; so ist die physische Oberfläche in ihrer oceanischen Region durch Ebbe und Fluth (locale Depression und Anschwellung des Flüssigen) sogar periodisch einem Ortswechsel der Massen ausgesetzt. Die Kleinheit des Gravitations-Effectes in den continentalen Regionen kann einen sehr allmäligen Wechsel der wirklichen Beobachtung entziehen; und nach Bessel's Berechnung muß, um die Polhöhe eines Ortes nur um 1" zu vergrößern, in dem Inneren der Erde eine Ortsveränderung von einer Masse vorausgesetzt werden, deren Gewicht, ihre Dichtigkeit der mittleren Dichtigkeit der Erde gleich gesetzt, das von 114 geographischen Cubikmeilen*) ist. So auffallend groß auch dieses Volum der ortsverändernden, bewegten Masse uns erscheint, wenn wir es mit dem Volum des Montblanc oder Chimborazo, oder Kintschindjinga vergleichen; so sinkt doch bald das Erstaunen über die Größe des Phänomens, wenn man sich erinnert, daß das Erdsphäroid über 2650 Millionen solcher Cubikmeilen umfaßt.

Das Problem der Figur der Erde, dessen Zusammenhang mit der geologischen Frage über früheren liquiden Zustand der planetarischen Rotations-Körper schon in der großen Zeit†) von Newton, Huygens und Hooke erkannt wurde, ist mit ungleichem Erfolg auf drei Wegen zu lösen versucht worden: durch geodätisch-astronomische Gradmessung, durch Pendel-Versuche, und durch Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes. Die erste Methode zerfällt wieder in zwei Unterarten der Anwendung: Breitengrad-Messungen auf einem Meridian-Bogen, und Längengrad-Messungen auf verschiedenen Parallelkreisen.

Ohnerachtet bereits sieben Jahre verflossen sind, seitdem ich die Resultate von Bessel's großer Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers in das allgemeine Naturgemälde aufgenommen habe; so kann doch diese Arbeit bis jetzt noch nicht durch eine mehr umfassende, auf neuere Gradmessungen gegründete, ersetzt werden. Einen wichtigen Zuwachs und eine Vervollkommnung aber hat sie zu erwarten, wenn die bald vollendete russische Gradmessung, welche sich fast vom Nordcap bis zum schwarzen Meere erstreckt, wird veröffentlicht werden; und die inclische, durch sorgfältige Vergleichung des dabei gebrauchten Maaßes, in ihren Ergebnissen mehr gesichert ist. Laut Bessel's, im Jahr 181[illegible] bekannt gemachten Bestimmungen ist der mittlere Werth der Dimensionen unseres Planeten nach der genauen Untersuchung‡) von zehn Gradmessungen folgender: die halb

*) Bessel über den Einfluß der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen, in Lindenau und Bohnenberger, Zeitschrift für Astronomie Bd V. 1818, S. 29. „Das Gewicht der Erde in Pfunden ausgedrückt = 9933 × 10^{21}, und die ortsverändernde Masse 947 × 10^{18}.

†) Auf die theoretischen Arbeiten jener Zeit sind gefolgt die von Maclaurin, Clairaut und d'Alembert, von Legendre und Laplace. Der letzteren Epoche ist beizuzählen das (1834) von Jacobi aufgestellte Theorem: daß Ellipsoide mit drei ungleichen Axen eben so gut unter gewissen Bedingungen Figuren des Gleichgewichts sein können als die beiden früher angegebenen Umdrehungs-Ellipsoide (S. den Aufsatz des Erfinders, der seinen Freunden und Bewunderern so früh entrissen wurde, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIII. 18[illegible] S. 229—233.)

‡) Die erste genaue Vergleichung einer großen Zahl von Gradmessungen (der vom Hochlande von Dekan, zweier ostindischer; der französischen, englischen und neuen lavländischen) wurde im 19ten Jahrhundert mit vielem Glücke von Waldeck in Axo 1819 unternommen. Er fand den mittleren Werth für die Abplattung [illegible] für den Meridiangrad 57009^t,758. Leider ist [illegible] Arbeit (die Abhandlung De forma et magnitudine telluris) nicht vollständig erschienen. Durch eine ehrenvolle Aufforderung von Gauß angeregt, hat [illegible] Eduard Schmidt in seinem ausgezeichneten Lehr-

oße Axe des elliptischen Rotations-Sphäroids, welchem sich die unregelmäßige Figur r Erde am meisten nähert, 3272077',14; die halbe kleine Axe 3261139',33; die nge des Erd-Quadranten 5131179',81; die Länge eines mittleren Meri- angrades 57013',109; die Länge eines Parallelgrades bei 0° Breite, also es Aequatorgrades, 57108',520; die Länge eines Parallelgrades bei 5° Breite 40449',371; Abplattung $\frac{1}{299,152}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators, 3807',23. Die folgende Tafel igt die Zunahme der Länge der Meridiangrade vom Aequator gegen die Pole hin, wie e aus den Beobachtungen gefunden ist, also modificirt durch locale Störungen der Anziehung:

Länder.	Geogr. Breite der Mitte des gemessenen Bogens.	Länge des gemessenen Bogens.	Die aus den Beobachtungen folgende Länge eines Grades für die Breite der Mitte des gem. Bogens in Toisen.	Beobachter.
Schweden	66° 20' 10"	1° 37' 19",6	57191,8	Svanberg,
	66 19 37	0 57 30,4	57201,8	Mauvertuis
Rußland	56 3 55,5	8 2 28,9	57137,0	Struve, Tenner
Preußen	54 58 26,0	1 30 29,0	57145,2	Bessel, Baeyer
Dänemark	54 8 13,7	1 31 53,3	57093,1	Schumacher
Hannover	52 32 16,6	2 0 57,4	57126,4	Gauß
England	52 35 45,0	3 57 13,1	57075,0	Roy, Mudge,
	52 2 19,4	2 50 23,5	57071,8	Kater
Frankreich	44 51 2,5	12 22 12,7	57012,5	Delambre, Mechain Biot, Arago
Nordamerika	39 12 0	1 28 45,0	56889,6	Mason, Dixon
Ostindien	16 8 21,5	15 57 40,7	56773,6	Lambton, Everest
	12 32 20,8	1 34 56,4	56759,0	Lambton
Quito (südl. Br.)	1 31 0,4	3 7 3,5	56864,6	La Condamine Bouguer
Vorgeb. der guten Hoffnung (s. bl. Br.)	33 18 30	1 13 17,5	57035,6	Lacaille
	35 43 20	3 34 34,7	56932,5	Maclear

der mathematischen Geographie wiederholt und verbessert, indem er sowohl die höheren Potenzen der Abplattung als die in Zwischenpunkten beobachteten Polhöhen berücksichtigte, auch die hannöversche Gradmessung, wie die von Biot und Arago bis Formentera verlängerte hinzufügte. Die Resultate erschienen, allmälig vervollkommnet, in drei Formen: In Gauß, „Bestimmung der Breitenunterschiede von Göttingen und Altona," 1828, S. 82; in Eduard Schmidt's „Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie," 1829, Theil I. S. 183 und 194 — 199; und endlich in der Vorrede zu diesem Buche S. V. Das letzte Resultat ist: Meridiangrad 57008',655; Abplattung $\frac{1}{297,476}$. Der ersten Arbeit Bessel's ging (1830) unmittelbar voraus die wichtige Schrift Airy's: Figure of the Earth, in der Encyclopaedia metropolitana, Ed von 1849, S. 220 und 239. (Halbe Polar-Achse 20853810 feet = 3261-16?,7 Toisen, halbe Aequatorial-Achse 20923713 feet = 3272095,2 Toisen, Meridian-Quadrant 32811980 feet = 5131208,0 Toisen, Abplattung $\frac{1}{299,33}$.) Unser großer Königsberger Astronom hat sich nun terbrochen in den Jahren 1836 bis 1842 mit Berechnungen über die Figur der Erde beschäftigt; und da seine frühere Arbeit von ihm durch spätere verbessert wurde, so ist die Vergleichung der Resultate von Untersuchungen aus verschiedenen Zeitepochen in vielen Schriften eine Quelle der Verwirrung geworden. Bei Zahlen, die ihrer Natur nach abhängig von einander sind, ist eine solche Vergleichung, überdies noch verschlimmert durch fehlerhafte Reductionen der Maaße (Toisen, Meter, engl. Fuße, Meilen von 60 und 69 auf den Aequatorial-Grad), um so bedauernswürdiger, als dadurch Arbeiten, welche einen großen Aufwand von Anstrengung und Zeit gekostet haben, in dem unvortheilhaftesten Lichte erscheinen. Im Sommer 1837 gab Bessel zwei Abhandlungen heraus: die eine über den Einfluß der Unregelmäßigkeit der Erdgestalt auf geodätische Arbeiten und ihre Vergleichung mit den astronomischen Bestimmungen; die andre über die den vorhandenen Messungen von Meridian-Bogen am meisten entsprechenden Axen des elliptischen Rotations-Sphäroid (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 269 und No. 333 S. 345). Resultate der Berechnung waren: halbe große Axe 3271953',854; halbe kleine Axe 3261074',900; Länge eines mittleren Meridian-Grades, d. h. des neunzigsten Theiles des Erd-Quadranten (in der auf dem Aequator senkrechten Richtung) 57011',453. Ein von Puissant aufgefundener Fehler von 68 Toisen in der Berechnungsart, welche im Jahr 1808 von einer Commission des National-Instituts angewandt worden war, um die Entfernung der Parallelen von Montjouy bei Barcelona und Mola auf Formentera zu bestimmen, veranlaßte Bessel im Jahr 1841 seine frühere Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers einer neuen Revision zu unterwerfen (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIX. No. 438 S. 97 bis 116). Es ergab dieselbe für die Länge des Erd-Quadranten 5131179',81 (statt daß bei der ersten Bestimmung des Meters 5130740 Toisen angenommen worden waren), und für die mittlere Länge eines Meridiangrades 57013',109 (um 0',611 mehr als der Meridiangrad unter 45° Breite). Die im Text angeführten Zahlen sind die Resultate dieser letzten Bessel'schen Untersuchung. Die 5131180 Toisen Länge des Meridian-Quadranten (mit einem mittleren Fehler von 255',63) sind =10000856 Metern; der ganze Erdumkreis ist also gleich 40003123 Metern (oder 5390',98 geographischen Meilen). Der Unterschied von der ursprünglichen Annahme der Commission des poids et mesures, nach welcher das Meter der vierzig-millionste

Die Bestimmung der Figur der Erde durch Messung von Längengra
verschiedenen Parallelkreisen erfordert eine große Genauigkeit in t
schieden der Ortslängen. Schon Cassini de Thury und Lacaille bedienten sich
Pulver-Signale, um einen Perpendikel auf dem Meridian von Paris zu me
neuerer Zeit sind bei der großen trigonometrischen Aufnahme von England mit w
Hülfsmitteln und größerer Sicherheit Längen der Bogen auf Parallelkreisen u
schiede der Meridiane bestimmt worden zwischen Beachy Head und Dunnose, wi
Dover und Falmouth*): freilich nur in Längen-Unterschieden von 1° 26′ u
Die glänzendste dieser Operationen ist aber wohl die zwischen den Meridianen
rennes, an der Westküste von Frankreich, und Fiume gewesen. Sie erstreckt sich
westlichste Alpenkette und die lombardischen Ebenen von Mailand und Padua,
directen Entfernung von 15° 32′ 27″; und wurde ausgeführt von Brousseaud u
teau, Plana und Carlini, fast ganz unter dem sogenannten mittleren Parallel
Die vielen Pendel-Versuche, welche in der Nähe der Gebirgsketten gemacht wo
haben hier den schon früher erkannten Einfluß von localen Anziehungen, die sich
Vergleichung der astronomischen Breiten mit den Resultaten der geodätischen V
ergeben†), auf eine merkwürdige Weise bestätigt.

Nach den zwei Unterarten der unmittelbaren Gradmessung: a) auf Meridi
b) auf Parallelbogen, ist noch eine rein astronomische Bestimmung der
Erde zu nennen. Es gründet sich dieselbe auf die Einwirkung, welche die Erd
Mondbewegung (auf die Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes
Laplace, der zuerst die Ursache dieser Ungleichheiten aufgefunden, hat auch dere
dung gelehrt; und scharfsinnig gezeigt, wie dieselbe den großen Vorzug gewährt
vereinzelte Gradmessungen und Pendel-Versuche nicht darzubieten vermögen: de
die mittlere Figur (die Gestalt, welche dem ganzen Planeten zugehört)
einzigen, einfachen Resultate zu offenbaren. Man erinnert hier gern wieder
glücklichen Ausdruck des Erfinders der Methode: „daß ein Astronom, ohne sein
warte zu verlassen, in der Bewegung eines Himmelskörpers die individuelle G
Erde, seines Wohnsitzes, lesen könne.“ Nach einer letzten Revision der beiden
heiten in der Länge und Breite unseres Satelliten, und durch die Benutzung von
tausend Beobachtungen von Bürg, Bouvard und Burckhardt‖) fand Laplace
dieser seiner Lunar-Methode eine Abplattung, welche der der Breitengrad-Messu
nahe genug kommt: nämlich $\frac{1}{306}$.

Theil des Erdumfanges sein sollte, beträgt also für den Erdumkreis 3423 oder 1756′,272 fast eine halbe geogr. Meile (genau $\frac{46}{100}$). Nach der frühesten Bestimmung war die Länge des Meters festgesetzt zu 0′,5130740; nach Bessel's letzter Bestimmung soll e dasselbe gleich 0′,5131180 sein. Der Unterschied für die Länge des Meter ist also 0,038 Pariser Linien. Das Meter hätte nach Bessel, statt zu 443,296 Pariser Linien, was seine dermalige legale Geltung ist, zu 443,334 festgesetzt werden sollen. (Vergleiche auch über dieses sogenannte Naturmaaß Faye, Leçons de Cosmographie, 1852, p. 93.)

*) Airy, Figure of the Earth in der Encycl. metrop., 1849 p. 214—216.

†) Biot, Astr. physique, T. II. p. 482 u. T. III. p. 482. Eine sehr genaue und um so wichtigere Parallelgrad-Messung, als sie zur Vergleichung des Niveaus des mittelländischen und atlantischen Meeres geführt hat, ist auf den Parallelkreisen der Pyrenäen-Kette von Corabœuf, Deicros und Peytier ausgeführt worden.

‡) Kosmos I. Buch S. 85. „Il est très remarquable qu'un Astronome, sans sortir de son observatoire, en comparant seulement ses observations à l'analyse, eût pu déterminer exactement la grandeur et l'aplatissement de la terre, et sa distan et à la lune, éléments dont la connaissa fruit de longs et pénibles voyages da hémisphères. Ainsi la lune, par l'ob ses mouvements, rend sensible à l'Astr fectionnée *l'ellipticité* de la terre, dont naître la *rondeur* aux premiers Astrono éclipses.“ (Laplace, Expos. du Syst p. 230.) Wir haben bereits oben (Kosm S. 573) eines fast analogen optischen Ver Arago erwähnt, gegründet auf die Bemerk Intensität des aschfarbenen Lichtes Erdenlichtes, im Monde uns übe leren Zustand der Diaphanität ganzen Atmosphäre belehren könne. Airy in der Encycl. metrop. p. 189 u Bestimmung der Erd-Abplattung durch die des Mondes, wie p. 231—235 über Rückf Gestalt der Erde aus Präcission und Nuta Biot's Untersuchungen würde die le tere für die Abplattung nur Grenzzahlen a ($\frac{1}{304}$ und $\frac{1}{308}$), die sehr weit von einander en (Astron. physique 3e éd. T. II. 1844 p.

‖) Laplace, Mécanique céleste éd V. p. 16 und 53.

Ein drittes Mittel, die Gestalt der Erde (d. i. das Verhältniß der großen zur kleinen Axe, unter der Voraussetzung einer elliptisch sphäroidischen Gestalt) durch Ergründung des Gesetzes zu finden, nach welchem vom Aequator gegen die Rotations-Pole hin die Schwere zunimmt, bieten die Schwingungen der Pendel dar. Zur Zeitbestimmung hatten sich dieser Schwingungen zuerst die arabischen Astronomen und namentlich Ebn-Junis, am Ende des 10ten Jahrhunderts, in der Glanzperiode der Abassidischen Chalifen *), bedient; auch, nach sechshundertjähriger Vernachlässigung, Galilei und der Pater Riccioli zu Bologna †). Durch Verbindung mit Räderwerk zur Regulirung des Ganges der Uhren (angewandt zuerst in den unvollkommenen Versuchen von Sanctorius zu Padua 1612, dann in der vollendeten Arbeit von Huygens 1656) hat das Pendel in Richter's Vergleichung des Ganges derselben astronomischen Uhr zu Paris und Cayenne (1672) den ersten materiellen Beweis von der verschiedenen Intensität der Schwere unter verschiedenen Breiten gegeben. Picard war zwar mit der Ausrüstung zu dieser wichtigen Reise beschäftigt, aber er schreibt sich deshalb nicht das Verdienst des ersten Vorschlages zu. Richter verließ Paris im October 1671; und Picard, in der Beschreibung seiner Breitengrad-Messung, die ebenfalls im Jahre 1671 erschien, erwähnt bloß ‡) „einer Vermuthung, welche in einer der Sitzungen der Akademie von einem Mitgliede geäußert worden sei, und nach welcher wegen der Rotation der Erde die Gewichte eine geringere Schwere unter dem Aequator als unter dem Pole haben möchten." Er fügt zweifelnd hinzu: „daß allerdings nach einigen Beobachtungen, die in London, Lyon und Bologna angestellt seien, es scheine, als müsse das Secunden-Pendel verkürzt werden, je näher man dem Aequator komme; aber andererseits sei er auch nicht genug von der Genauigkeit der angegebenen Messungen überzeugt, weil im Haag die Pendellänge trotz der nördlicheren Lage ganz wie in Paris gefunden werde." Wann Newton zuerst die ihm so wichtige Kenntniß von den durch Richter 1672 erlangten, aber erst 1679 durch den Druck veröffentlichten Pendel-Resultaten, oder von Cassini's, schon vor 1666 gemachten Entdeckung der Abplattung des Jupiter erhalten hat, wissen wir leider nicht mit derselben Genauigkeit, als uns seine sehr verspätete Kenntniß von Picard's Gradmessung erwiesen ist. In einem Zeitpunkte, wo in einem so glücklichen Wettkampfe theoretische Ansichten zu Anstellung von Beobachtungen

*) Kosmos 1. B. S. 84. Am frühesten ist wohl die Anwendung des Isochronismus der Pendel-Schwingungen in den astronomischen Schriften der Araber von Eduard Bernard in England erkannt worden; s. dessen Brief aus Oxford vom April 1683 an Dr. Robert Huntington in Dublin (Philos. Transact. Vol. XII p. 567).

†) Fréret de l'étude de la Philosophie ancienne, in den Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XVIII (1753) p. 100.

‡) Picard, Mesure de la Terre 1671 art. 4. Es ist kaum wahrscheinlich, daß die in der Pariser Akademie schon vor 1671 geäußerte Vermuthung über eine nach Breitengraden sich verändernde Intensität der Schwerkraft (Lalande, Astronomie T. III. p. 20 § 2668) dem großen Huygens zugehöre, der allerdings schon 1669 der Akademie seinen Discours sur la cause de la gravité vorgelegt hatte. Nicht in dieser Abhandlung, sondern in den additamentis, von denen eines nach dem Erscheinen von Newton's Principien, deren Huygens erwähnt, (also nach 1687) muß vollendet werden sein, streicht dieser von der Verkürzung des Secundenpendels, die Richter in Cayenne vornehmen mußte. Er sagt selbst: „Maxima pars hujus libelli scripta est, cum Lutetiae degerem (d. i. 1681), ad eum usque locum, ubi de alteratione, quae penduli accidit e mota Terrae." Vergl. die Erläuterung, welche ich gegeben im Kosmos 2. Buch S. 381. Die von Richter in Cayenne angestellten Beobachtungen wurden, wie ich im Texte erwähnt habe, erst 1679, also volle 6 Jahre nach seine Rückkunft, veröffentlicht; und, was am auffallendsten ist, in den Registern der Académie des Inscriptions geschieht während dieser langen Zeit von Richter's wichtiger zwiefacher Beobachtung der Pendeluhr und eines einfachen Secunden-Pendels keine Erwähnung. Wir wissen nicht, wann Newton, dessen frühester theoretische Speculationen über die Figur der Erde höher als 1665 hinaufreichen, zuerst Kenntniß von Richter's Resultaten erhalten hat. Von Picard's Gradmessung, die schon 1671 veröffentlicht erschien, soll Newton erst sehr spät, 1682, und zwar „zufällig durch Gespräche in einer Sitzung der Royal Society, der er beiwohnte," Kenntniß erlangt haben: eine Kenntniß, welche wie Sir David Brewster gezeigt (Life of Newton p. 152), einen überaus wichtigen Einfluß auf seine Bestimmung des Erd-Durchmessers und des Verhältnisses des Falls der Körper auf unserem Planeten zu der Kraft, welche den Mond in seinem Laufe lenkte, ausgeübt hat. Ein ähnlicher Einfluß auf Newton's Ideen läßt sich von der Kenntniß der elliptischen Gestalt des Jupiter voraussetzen, welche Cassini schon vor 1666 erkannte, aber erst 1691 in den Mémoires de l'Académie des Sciences T. II. p. 108 beschrieb. Sollte von einer viel früheren Publication, von welcher Lalande einige Bogen in den Händen Maraldi's sahe, Newton etwas erfahren haben? (Vergl. Lalande, Astr. T. III. p. 335 § 3345 mit Brewster, Life of Newton p. 162 und Kosmos 1. B. S. 83.) Bei den gleichzeitigen Arbeiten von Newton, Huygens, Picard und Cassini ist es, wegen der damals gewöhnlichen Zögerung in der Publication und oft durch Zufall verspäteten Mittheilung, schwer, auf sichere Spuren des wissenschaftlichen Ideenverkehrs zu gelangen.

selbst einen Antheil daran zu nehmen: — alle diese Erscheinungen lehren, daß die Stoffe in unendlich kleinen Entfernungen eine Anziehung gegen einander ausüben, die von ihrer specifischen Wesenheit abhängt. Solche Anziehungen können nicht ohne, durch sie erregte, aber unserem Auge entschwindende, Bewegungen gedacht werden.

In welchem Verhältnisse die gegenseitige Molecular-Attraction, als eine Ursach perpetuirlicher Bewegung auf der Oberfläche des Erdkörpers, und höchst wahrscheinlich in seinem Inneren, zu der Gravitations-Attraction steht, welche die Planeten sowohl als ihre Centralkörper eben so perpetuirlich bewegt: ist uns noch völlig unbekannt. Schon durch die theilweise Lösung eines solchen rein physischen Problems würde das Höchste und Ruhmvollste erreicht werden, was auf diesen Wegen Experiment und Gedankenverbindung erreichen können. Ich nenne in dem eben berührten Gegensatze die Anziehung, welche in den Himmelsräumen in grenzenlosen Entfernungen waltet, und sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, nicht gern, wie man gewöhnlich thut, ausschließlich die Newton'sche. Eine solche Bezeichnung enthält fast eine Ungerechtigkeit gegen das Andenken des großen Mannes, der schon beide Kraftäußerungen anerkannte, doch aber keineswegs so scharf von einander trennte, daß er nicht, wie in glücklichem Vorgefühl künftiger Entdeckungen, es hätte versuchen sollen, in seinen Zusätzen zur Optik, Capillarität, und das Wenige, was damals von chemischer Affinität bekannt war, der allgemeinen Gravitation zuzuschreiben. (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 384; Kosmos 3. Buch S. 395.

Wie in der Sinnenwelt vorzugsweise an dem Meerhorizont Trugbilder aufdämmern, die dem erwartungsvollen Entdecker eine Zeit lang den Besitz eines neuen Landes verheißen; so sind am idealen Horizont in den fernsten Regionen der Gedankenwelt dem ernsten Forscher auch manche Hoffnungen vielverheißend aufgegangen und wieder verschwunden. Allerdings sind großartige Entdeckungen neuerer Zeit geeignet gewesen die Spannung zu erhöhen: so die Contact-Electricität; der Rotations-Magnetismus, welcher selbst durch tropfbare oder zu Eis erstarrte Flüssigkeiten erregt wird; der glückliche Versuch, alle chemische Verwandtschaft als Folge der electrischen Relationen von Atomen mit einer prädominirenden Polarkraft zu betrachten; die Theorie isomorpher Substanzen in Anwendung auf Krystallbildung; manche Erscheinungen des electrischen Zustandes der belebten Muskelfaser; die errungene Kenntniß von dem Einfluß des Sonnenstandes (der temperatur-erhöhenden Sonnenstrahlen) auf die größere oder geringere magnetische Empfänglichkeit und Fortpflanzungskraft von einem Bestandtheil unserer Atmosphäre, dem Sauerstoffe. Wenn unerwartet in der Körperwelt etwas aus einer noch unbekannten Gruppe von Erscheinungen aufglimmt, so kann man um so mehr sich neuen Entdeckungen nahe glauben, als die Beziehungen zu dem schon Ergründeten unklar oder gar widersprechend scheinen.

Ich habe vorzugsweise solche Beispiele angeführt, in denen dynamische Wirkungen motorischer Anziehungskräfte die Wege zu eröffnen scheinen, auf welchen man hoffen möchte der Lösung der Probleme von der ursprünglichen, unwandelbaren und darum elementar genannten Heterogeneität der Stoffe (Oxygen, Hydrogen, Kali, Schwefel, Phosphor, Zinn), und von dem Maße ihres Verbindungs-Bestrebens (ihrer chemischen Affinität) näher zu treten. Unterschiede der Form und Mischung sind aber, ich wiederhole es hier, die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie; sie sind die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zersetzend zugleich. Das Detoniren knallsaurer Salze bei einem leisen mechanischen Drucke, und die noch furchtbarere, von Feuer begleitete, Explosion des Chlor-Stickstoffs contrastiren mit der detonirenden Verbindung von Chlorgas und Wasserstoffgas bei dem Einfall eines directen (besonders violetten) Sonnenstrahls. Stoffwechsel, Fesselung und Entfesselung bezeichnen den ewigen Kreislauf der Elemente, in der anorganischen Natur wie in der belebten Zelle der Pflanzen und Thiere. „Die

Ein drittes Mittel, die Gestalt der Erde (d. i. das Verhältniß der großen zur kleinen Axe, unter der Voraussetzung einer elliptisch sphäroidischen Gestalt) durch Ergründung des Gesetzes zu finden, nach welchem vom Aequator gegen die Rotations-Pole hin die Schwere zunimmt, bieten die Schwingungen der Pendel dar. Zur Zeitbestimmung hatten sich dieser Schwingungen zuerst die arabischen Astronomen und namentlich Ebn-Junis, am Ende des 10ten Jahrhunderts, in der Glanzperiode der Abassidischen Chalifen*), bedient; auch, nach sechshundertjähriger Vernachlässigung, Galilei und der Pater Riccioli zu Bologna †). Durch Verbindung mit Räderwerk zur Regulirung des Ganges der Uhren (angewandt zuerst in den unvollkommenen Versuchen von Sanctorius zu Padua 1612, dann in der vollendeten Arbeit von Huygens 1656) hat das Pendel in Richter's Vergleichung des Ganges derselben astronomischen Uhr zu Paris und Cayenne (1672) den ersten materiellen Beweis von der verschiedenen Intensität der Schwere unter verschiedenen Breiten gegeben. Picard war zwar mit der Ausrüstung zu dieser wichtigen Reise beschäftigt, aber er schreibt sich deshalb nicht das Verdienst des ersten Vorschlages zu. Richter verließ Paris im October 1671; und Picard, in der Beschreibung seiner Breitengrad-Messung, die ebenfalls im Jahre 1671 erschien, erwähnt bloß ‡) „einer Vermuthung, welche in einer der Sitzungen der Akademie von einem Mitgliede geäußert worden sei, und nach welcher wegen der Rotation der Erde die Gewichte eine geringere Schwere unter dem Aequator als unter dem Pole haben möchten." Er fügt zweifelnd hinzu: „daß allerdings nach einigen Beobachtungen, die in London, Lyon und Bologna angestellt seien, es scheine, als müsse das Secunden-Pendel verkürzt werden, je näher man dem Aequator komme; aber andererseits sei er auch nicht genug von der Genauigkeit der angegebenen Messungen überzeugt, weil im Haag die Pendellänge trotz der nördlicheren Lage ganz wie in Paris gefunden werde." Wann Newton zuerst die ihm so wichtige Kenntniß von den durch Richter 1672 erlangten, aber erst 1679 durch den Druck veröffentlichten Pendel-Resultaten, oder von Cassini's, schon vor 1666 gemachten Entdeckung der Abplattung des Jupiter erhalten hat, wissen wir leider nicht mit derselben Genauigkeit, als uns seine sehr verspätete Kenntniß von Picard's Gradmessung erwiesen ist. In einem Zeitpunkte, wo in einem so glücklichen Wettkampfe theoretische Ansichten zu Anstellung von Beobachtungen

*) Kosmos 1. B. S. 84. Am frühesten ist wohl die Anwendung des Isochronismus der Pendel-Schwingungen in den astronomischen Schriften der Araber von Edward Bernard in England erkannt worden; s. dessen Brief aus Oxford vom April 1683 an Dr. Robert Huntington in Dublin (Philos. Transact. Vol. XII p. 567).

†) Frêret de l'étude de la Philosophie ancienne, in den Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XVIII (1753) p. 100.

‡) Picard, Mesure de la Terre 1671 art. 4. Es ist kaum wahrscheinlich, daß die in der Pariser Akademie schon vor 1671 geäußerte Vermuthung über eine nach Breitengraden sich verändernde Intensität der Schwerkraft (Lalande, Astronomie T. III. p. 20 § 2668) dem großen Huygens zugehöre, der allerdings schon 1669 der Akademie seinen Discours sur la cause de la gravité vorgelegt hatte. Nicht in dieser Abhandlung, sondern in den additamentis, von denen eines nach dem Erscheinen von Newton's Principien, deren Huygens erwähnt, (also nach 1687) muß vollendet worden sein, spricht dieser von der Verkürzung des Secundenpendels, die Richter in Cayenne vornehmen mußte. Er sagt selbst: „Maxima pars hujus libelli scripta est, cum Lutetiae degerem (d. i. 1681), ad eum usque locum, ubi de alteratione, quae penduli accidit e motu Terrae." Vergl. die Erläuterung, welche ich gegeben im Kosmos 2. Buch S. 381. Die von Richter in Cayenne angestellten Beobachtungen wurden, wie ich im Texte erwähnt habe, erst 1679, also volle 6 Jahre nach seiner Rückkunft, veröffentlicht; und, was am auffallendsten ist, in den Registern der Académie des Inscriptions geschieht während dieser langen Zeit von Richter's wichtiger zwiefacher Beobachtung der Pendeluhr und eines einfachen Secunden-Pendels keine Erwähnung. Wir wissen nicht, wann Newton, dessen früheste theoretische Speculationen über die Figur der Erde höher als 1665 hinaufreichen, zuerst Kenntniß von Richter's Resultaten erhalten hat. Von Picard's Gradmessung, die schon 1671 veröffentlicht erschien, soll Newton erst sehr spät, 1682, und zwar „zufällig durch Gespräche in einer Sitzung der Royal Society, der er beiwohnte," Kenntniß erlangt haben: eine Kenntniß, welche wie Sir David Brewster gezeigt (Life of Newton p. 152), einen überaus wichtigen Einfluß auf seine Bestimmung des Erd-Durchmessers und des Verhältnisses des Falls der Körper auf unserem Planeten zu der Kraft, welche den Mond in seinem Laufe lenkte, ausgeübt hat. Ein ähnlicher Einfluß auf Newton's Ideen läßt sich von der Kenntniß der elliptischen Gestalt des Jupiter voraussetzen, welche Cassini schon vor 1666 erkannte, aber erst 1691 in den Mémoires de l'Académie des Sciences T. II. p. 108 beschrieb. Sollte von einer viel früheren Publication, von welcher Lalande einige Bogen in den Händen Maraldi's sahe, Newton etwas erfahren haben? (Vergl. Lalande, Astr. T. III. p. 335 § 3345 mit Brewster, Life of Newton p. 162 und Kosmos 1. B. S. 83.) Bei den gleichzeitigen Arbeiten von Newton, Huygens, Picard und Cassini ist es, wegen der damals gewöhnlichen Zögerung in der Publication und oft durch Zufall verspäteten Mittheilung, schwer, auf sichere Spuren des wissenschaftlichen Ideenverkehrs zu gelangen.

anregten und wiederum Ergebnisse der Beobachtung auf die Theorie reagirten, ist für die Geschichte der mathematischen Begründung einer physischen Astronomie die genaue Aufzählung der einzelnen Epochen von großem Interesse.

Wenn die unmittelbaren Messungen von Meridian- und Parallel-Graden (die ersteren vorzugsweise in der französischen Gradmessung*) zwischen Br. 44° 42′ und 47° 30′; die zweiten bei Vergleichung von Punkten, die östlich und westlich liegen von den grajischen, cottischen und Meer-Alpen†) schon große Abweichungen von der mittleren ellipsoidischen Gestalt der Erde verrathen; so sind die Schwankungen in dem Maaße der Abplattung, welche geographisch verschieden vertheilte Pendellängen und ihre Gruppirung geben, noch um vieles auffallender. Die Bestimmung der Figur der Erde durch die zu- oder abnehmende Schwere (Intensität der örtlichen Attraction) setzt voraus, daß die Schwere an der Oberfläche des rotirenden Sphäroids dieselbe blieb, die sie zu der Zeit der Erstarrung aus dem flüssigen Zustande war; und daß nicht später Veränderungen der Dichtigkeit daselbst vorgingen.‡) Trotz der großen Vervollkommnung der Instrumente und Methoden durch Borda, Kater und Bessel sind gegenwärtig in beiden Erdhälften: von den Malouinen, wo Freycinet, Duperrey und Sir James Roß nach einander beobachtet haben, bis Spitzbergen, also von 51° 35′ S. bis 79° 50′ N. B.; doch nur 65 bis 70 unregelmäßig zerstreute Punkte ‖) anzugeben, in denen die Länge des einfachen Pendels mit derselben Genauigkeit bestimmt worden ist als die Orts-Positionen in Breite, Länge und Höhe über dem Meere.

Sowohl durch die Pendel-Versuche auf dem von den französischen Astronomen gemessenen Theile eines Meridianbogens wie durch die Beobachtungen, welche Cap. Kater bei der trigonometrischen Aufnahme in Großbritannien gemacht, wurde anerkannt, daß die Resultate sich keinesweges einzeln durch eine Variation der Schwere im Verhältniß des Quadrats des Sinus der Breite darstellen ließen. Es entschloß sich daher die englische Regierung (auf Anregung des Vice-Präsidenten der Royal Society, Davies Gilbert) zur Ausrüstung einer wissenschaftlichen Expedition, welche meinem Freunde Edward Sabine, der als Astronom den Capitän Parry auf seiner ersten Nordpol-Unternehmung begleitet hatte, anvertraut wurde. Es führte ihn dieselbe in den Jahren 1822 und 1823 längs der westlichen afrikanischen Küste, von Sierra Leone bis zu der Insel St. Thomas, nahe am Aequator; dann über Ascension nach der Küste von Südamerika (von Bahia bis zum Ausfluß des Orinoco), nach Westindien und Neu-England; wie im hohen arctischen Norden bis Spitzbergen, und zu einem von gefahrdrohenden Eiswällen verdeckten, noch unbesuchten Theile des östlichen Grönlands (74° 32′). Dieses glänzende und so glücklich ausgeführte Unternehmen hatte den Vorzug, daß es seinem Hauptzwecke nach nur auf Einen Gegenstand gerichtet war, und Punkte umfaßte, die 93 Breitengrade von einander entfernt sind.

Der Aequinoctial- und arctischen Zone weniger genähert lag das Feld der französischen Gradmessungen; aber es gewährte dasselbe den großen Vortheil einer linearen Gruppirung der Beobachtungsorte, und der unmittelbaren Vergleichung mit der partiellen Bogenkrüm-

*) Delambre, Base du Syst. métrique T. III. p. 548.

†) Kosmos I. B. S. 85; Plana, Opérations géodésiques et astronomiques pour la Mesure d'un Arc du Parallèle moyen T. II. p. 847; Carlini in Effemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1842 p. 57.

‡) Vergl. Biot, Astronomie physique T. II. (1844) p. 464 mit Kosmos I. B. S. 85 Ende der Anmerkung † und 3. B. S. 551, wo ich die Schwierigkeiten berühre, welche die Vergleichung der Rotationszeit der Planeten mit ihrer beobachteten Abplattung darbietet. Auch Schubert (Astron. Th. III. S. 316) hat schon auf diese Schwierigkeit aufmerksam gemacht. — Bessel in seiner Abhandlung über Maaß und Gewicht sagt ausdrücklich: „daß die Voraussetzung des Gleichbleibens der Schwere an einem Messungsorte durch neuere Erfahrungen über die langsame Erdrinde großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen unsicher geworden ist."

‖) Airy in seiner vortrefflichen Arbeit on the figure of the Earth zählte (Encycl. metropol. 1830 p. 229) im Jahre 1830 an fünfzig verschiedenen Stationen mit sicheren Resultaten; und vierzehn andere (von Bouguer, Legentil, Lacaille, Maupertuis, La Crosière), die mit den vorigen an Genauigkeit nicht verglichen werden können.

ung, wie sie sich aus den geodätisch-astronomischen Operationen ergeben hatte. Biot t die Reihe der Pendel-Messungen von Formentera aus (38° 39′ 56″), wo er früher it Arago und Chair beobachtete, im Jahr 1824 bis nach Unst, der nördlichsten der Shet-nds-Inseln (60° 45′ 25″), fortgesetzt, und sie mit Mathieu auf den Parallelen von ordeaux, Figeac und Padua bis Fiume erweitert.*) Diese Pendel-Resultate, mit denen n Sabine verglichen, geben für den ganzen nördlichen Quadranten allerdings die Ab-attung von $\frac{1}{286}$; aber, in zwei Hälften getrennt, um so abweichendere Resultate†); vom equator bis 45° gar $\frac{1}{270}$, und von 45° bis zum Pol $\frac{1}{578}$. Der Einfluß der umgebenden chteren Gebirgsmassen (Basalt, Grünstein, Diorit, Melaphyr; im Gegensatz von speci-ch leichteren Flöz- und Tertiär-Formationen) hat sich für beide Hemisphären (wie der, e Intensität der Schwere vermehrende Einfluß der vulkanischen Eilande‡) in den mei-n Fällen erkennbar gemacht; aber viele Anomalien, die sich darbieten, lassen sich nicht s der uns sichtbaren geologischen Bodenbeschaffenheit erklären.

Für die südliche Erdhälfte besitzen wir eine kleine Reihe vortrefflicher, aber freilich auf roßen Flächen weit zerstreuter Beobachtungen von Freycinet, Duperrey, Fallows, Lütke, reisbane und Rümker. Es bestätigen dieselben, was schon in der nördlichen Erdhälfte so ffallend ist: daß die Intensität der Schwere nicht an Oertern, welche gleiche Breite aben, dieselbe ist; ja daß die Zunahme der Schwere vom Aequator gegen die Pole unter rschiedenen Meridianen ungleichen Gesetzen unterworfen zu sein scheint. Wenn acaille's Pendel-Messungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und die auf der spani-hen Weltumseglung von Malaspina den Glauben hatten verbreiten können, daß die süd-che Hemisphäre im allgemeinen beträchtlich mehr abgeplattet sei als die nördliche; haben, wie ich schon an einem anderen Orte‖) angeführt, die Malouinen Inseln und eu-Holland, verglichen mit New-York, Dünkirchen und Barcelona, in genaueren Resul-ten das Gegentheil erwiesen.

---

*) Biot und Arago, Recueil d'Observ. géo-siques et astronomiques 1821 p. 526—540 und iot, Traité d'Astr. physique T. II. 1844 p. 465 -473.

†) A. a. O. p. 488. Sabine (Exper. for deter-ining the variation in the length of the Pendulum rating Seconds 1825 p. 352) findet aus allen den Stationen seiner Pendel-Expedition, trotz ihrer so ßen Zerstreutheit in der nördlichen Erdhälfte, $\frac{1}{283}$; is diesen, vermehrt mit allen Pendel-Stationen des ritish Survey und der französischen Gradmessung on Formentera bis Dünkirchen), im ganzen also durch rgleichung von 25 Beobachtungspunkten, wiederum $\frac{1}{278}$. Auffallender ist es, wie schon der Admiral Lütke merkt, daß, von der atlantischen Region weit westlich fernt, in den Meridianen von Petropawlowsk und owo-Archangelsk die Pendellängen eine noch viel stär-re Abplattung, die von $\frac{1}{257}$, geben. Wie die früher lgemein angewandte Theorie des Einflusses von der s Pendel umgebenden Luft zu einem Rechnungsfeh-führe und eine, schon 1786 vom Chevalier de Buat ous undeutlich angegebene Correction nothwendig ache (wegen Verschiedenheit des Gewichts-Verlustes ser Körper, wenn sie in einer Flüssigkeit in Ruhe oder schwingender Bewegung sind); hat Bessel mit der n eigenen Klarheit analytisch entwickelt in den Un-rsuchungen über die Länge des ein-chen Secundenpendels S. 32, 63 und 6—129. „Bewegt sich ein Körper in einer Flüssig-(Luft), so gehört auch diese mit zum bewegten Sy-me; und die bewegende Kraft muß nicht bloß auf die ssentheile des festen bewegten Körpers, sondern auch alle bewegten Massentheile der Flüssigkeit vertheilt rden." Ueber die Versuche von Sabine und Baily, welchen Bessel's praktisch wichtige Pendel-Correction (Reduction auf den leeren Raum) Anlaß gegeben hatte, s. John Herschel im Memoir of Francis Baily 1845 p. 17—21.

‡) Kosmos 1. B. S. 84. Vergl. für die Insel-Phänomene Sabine Pend Exper. 1825 p. 237 und Lütke Obs. du Pendule invariable, exécutées de 1826—1829 p. 241. Dasselbe Werk enthält eine merkwürdige Tabelle über die Natur der Gebirgsarten in 16 Pendel-Stationen (p. 239) von Melville-Insel (Br. 79° 50′ N.) bis Valparaiso (Br. 33° 2′ S.).

‖) Kosmos 1. B. S. 86 Anm. *, Eduard Schmidt (mathem. und phys. Geographie Lfg. I, S. 394) hat unter den vielen Pendel-Beobachtungen, welche auf den Corvetten Descubierta und Atrevida unter Malaspina's Oberbefehl angestellt wurden, die 13 Stationen abgesondert, welche der südlichen Halbkugel angehören, und im Mittel eine Abplattung von $\frac{1}{280,34}$ gefunden. Mathieu folgerte auch aus Lacaille's Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf Isle de France, mit Paris verglichen, $\frac{1}{284,4}$; aber die Meßapparate damaliger Zeit boten nicht die Sicherheit dar, welche die Vorrichtungen von Borda und Kater und die neueren Beobachtungs-Methoden gewähren. — Es ist hier der Ort, des schönen, den Scharfsinn des Erfinders so überaus ehrenden Experiments von Foucault zu erwähnen, welches den sinnlichen Beweis von der Achsendrehung der Erde mittelst des Pendels liefert, indem die Schwingungs-Ebene desselben sich langsam von Osten nach Westen dreht (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., séance du 3 Février 1851, T. XXXII, p. 135). Abweichungen gegen Osten in den Fallversuchen von Benzenberg und Reich auf Kirchthürmen und in Schachten erfordern eine sehr beträchtliche Fallhöhe, während Foucault's Apparat schon bei sechs Fuß Pendellänge die Wirkung der Erd-

Unregelmäßigkeiten der Massenvertheilung im Inneren der Erde erzeugen bei local veränderter Dichtigkeit ebenfalls Unregelmäßigkeit in der geometrischen Oberfläche, welche das Product der Gesammtwirkung ungleich vertheilter Elemente ist. Die physische Oberfläche ist unmittelbar durch die wirklich vorhandene des Festen und Flüssigen auf der äußeren Erdrinde gegeben." Wenn es schon aus geologischen Gründen nicht unwahrscheinlich ist, daß zufällige Veränderungen, welche in den geschmolzenen, trotz des Druckes, den sie erleiden, leicht bewegten Theilen des Inneren durch Ortswechsel in den Massen vorgehen, selbst die geometrische Oberfläche in Krümmung der Meridiane und Parallele in kleinen Räumen nach sehr langen Zeitabschnitten modificiren; so ist die physische Oberfläche in ihrer oceanischen Region durch Ebbe und Fluth (locale Depression und Anschwellung des Flüssigen) sogar periodisch einem Ortswechsel der Massen ausgesetzt. Die Kleinheit des Gravitations-Effectes in den continentalen Regionen kann einen sehr allmäligen Wechsel der wirklichen Beobachtung entziehen; und nach Bessel's Berechnung muß, um die Polhöhe eines Ortes nur um 1″ zu vergrößern, in dem Inneren der Erde eine Ortsveränderung von einer Masse vorausgesetzt werden, deren Gewicht, ihre Dichtigkeit der mittleren Dichtigkeit der Erde gleich gesetzt, das von 114 geographischen Cubikmeilen*) ist. So auffallend groß auch dieses Volum der ortsverändernden, bewegten Masse uns erscheint, wenn wir es mit dem Volum des Montblanc oder Chimborazo, oder Kintschindjinga vergleichen; so sinkt doch bald das Erstaunen über die Größe des Phänomens, wenn man sich erinnert, daß das Erdsphäroid über 2650 Millionen solcher Cubikmeilen umfaßt.

Das Problem der Figur der Erde, dessen Zusammenhang mit der geologischen Frage über früheren liquiden Zustand der planetarischen Rotations-Körper schon in der großen Zeit†) von Newton, Huygens und Hooke erkannt wurde, ist mit ungleichem Erfolg auf drei Wegen zu lösen versucht worden: durch geodätisch-astronomische Gradmessung, durch Pendel-Versuche, und durch Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes. Die erste Methode zerfällt wieder in zwei Unterarten der Anwendung: Breitengrad-Messungen auf einem Meridian-Bogen, und Längengrad-Messungen auf verschiedenen Parallelkreisen.

Ohnerachtet bereits sieben Jahre verflossen sind, seitdem ich die Resultate von Bessel's großer Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers in das allgemeine Naturgemälde aufgenommen habe; so kann doch diese Arbeit bis jetzt noch nicht durch eine mehr umfassende, auf neuere Gradmessungen gegründete, ersetzt werden. Einen wichtigen Zuwachs und eine Vervollkommnung aber hat sie zu erwarten, wenn die bald vollendete russische Gradmessung, welche sich fast vom Nordcap bis zum schwarzen Meere erstreckt, wird veröffentlicht werden; und die indische, durch sorgfältige Vergleichung des dabei gebrauchten Maaßes, in ihren Ergebnissen mehr gesichert ist. Laut Bessel's, im Jahr 1841 bekannt gemachten Bestimmungen ist der mittlere Werth der Dimensionen unseres Planeten nach der genauen Untersuchung‡) von zehn Gradmessungen folgender: die halbe

*) Bessel über den Einfluß der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen, in Lindenau und Bohnenberger, Zeitschrift für Astronomie Bd V. 1818, S. 29. „Das Gewicht der Erde in Pfunden ausgedrückt = 9933 × 10^{21}, und die ortsverändernde Masse 947 × 10^{14}.

†) Auf die theoretischen Arbeiten jener Zeit sind gefolgt die von Maclaurin, Clairaut und d'Alembert, von Legendre und Laplace. Der letzteren Epoche ist beizuzählen das (1834) von Jacobi aufgestellte Theorem: daß Ellipsoide mit drei ungleichen Axen eben so gut unter gewissen Bedingungen Figuren des Gleichgewichts sein können als die beiden früher angenommenen Umdrehungs-Ellipsoide (S. den Aufsatz des Erfinders, der seinen Freunden und Bewunderern so früh entrissen wurde, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIII. 1834 S. 229—233.)

‡) Die erste genaue Vergleichung einer großen Zahl von Gradmessungen (der vom Hochlande von Quito; zweier ostindischer; der französischen, englischen und neuen lapländischen) wurde im 19ten Jahrhundert mit vielem Glücke von Walbeck in Aso 1819 unternommen. Er fand den mittleren Werth für die Abplattung [illegible] für den Meridiangrad 57009',748. Puissant (in seiner Arbeit (die Abhandlung De figura et magnitudine telluris) nicht vollständig citirt. Durch eine ehrenvolle Aufforderung von Quetelet angeregt, hat [illegible] Eduard Schmidt in seinem ausgezeichneten Lehrbuch

große Axe des elliptischen Rotations-Sphäroids, welchem sich die unregelmäßige Figur der Erde am meisten nähert, 3272077',14; die halbe kleine Axe 3261139',33; die Länge des Erd-Quadranten 5131179',81; die Länge eines mittleren Meridiangrades 57013',109; die Länge eines Parallelgrades bei 0° Breite, also eines Aequatorgrades, 57108',520; die Länge eines Parallelgrades bei 45° Breite 40149',371; Abplattung $\frac{1}{299,152}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators, 3807',23. Die folgende Tafel zeigt die Zunahme der Länge der Meridiangrade vom Aequator gegen die Pole hin, wie sie aus den Beobachtungen gefunden ist, also modificirt durch locale Störungen der Anziehung:

Länder.	Geogr. Breite der Mitte des gemessenen Bogens.	Länge des gemessenen Bogens.	Die aus den Beobachtungen folgende Länge eines Grades für die Breite der Mitte des gem. Bogens in Toisen.	Beobachter.
Schweden	66° 20' 10"	1° 37' 19",6	57191',8	Svanberg,
	66 19 37	0 57 30,4	57201,8	Mauvertuis
Rußland	56 3 55,5	8 2 28,9	57137,0	Struve, Tenner
Preußen	54 58 26,0	1 30 29,0	57145,2	Bessel, Baeyer
Dänemark	54 8 13,7	1 31 53,3	57093,1	Schumacher
Hannover	52 32 16,6	2 0 57,4	57126,4	Gauß
England	52 35 45,0	3 57 13,1	57075,0	Roy, Mudge,
	52 2 19,4	2 50 23,5	57071,8	Kater
Frankreich	44 51 2,5	12 22 12,7	57012,5	Delambre, Mechain Biot, Arago
Nordamerika	39 12 0	1 28 45,0	56889,6	Mason, Dixon
Ostindien	16 8 21,5	15 57 40,7	56773,6	Lambton, Everest
	12 32 20,8	1 34 56,4	56759,0	Lambton
Quito (südl. Br.)	1 31 0,4	3 7 3,5	56864,6	La Condamine Bouguer
Vorgeb. der guten Hoffnung (südl. Br.)	33 18 30	1 13 17,5	57035,6	Lacaille
	35 43 20	3 34 31,7	56932,5	Maclear

der mathematischen Geographie wiederholt und verbessert, indem er sowohl die höheren Potenzen der Abplattung als die in Zwischenpunkten beobachteten Polhöhen berücksichtigte, auch die hannöversche Gradmessung, wie die von Biot und Arago bis Formentera verlängerte hinzufügte. Die Resultate erschienen, allmälig vervollkommnet, in drei Formen: In Gauß, „Bestimmung der Breitenunterschiede von Göttingen und Altona," 1828, S. 82; in Eduard Schmidt's „Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie," 1829, Theil I. S. 183 und 194—199; und endlich in der Vorrede zu diesem Buche S. V. Das letzte Resultat ist: Meridiangrad 57008',655; Abplattung $\frac{1}{\text{?}}$. Der ersten Arbeit Bessel's ging (1830) unmittelbar voraus die wichtige Schrift Airy's: Figure of the Earth, in der Encyclopaedia metropolitana, Ed. von 1849, S. 220 und 239. (Halbe Polar-Achse 20853810 feet = 3261162,7 Toisen, halbe Aequatorial-Achse 20923713 feet = 3272095,2 Toisen, Meridian-Quadrant 32811980 feet = 5131208,0 Toisen, Abplattung $\frac{1}{\text{?}}$.) Unser großer Königsberger Astronom hat sich nun verbrochen in den Jahren 1836 bis 1842 mit Berechnungen über die Figur der Erde beschäftigt; und da seine frühere Arbeit von ihm durch spätere verbessert wurde, so ist die Vermengung der Resultate von Untersuchungen aus verschiedenen Zeitepochen in vielen Schriften eine Quelle der Verwirrung geworden. Bei Zahlen, die ihrer Natur nach abhängig von einander sind, ist eine solche Vermengung, überdies noch verschlimmert durch fehlerhafte Reductionen der Maaße (Toisen, Meter, engl. Fuße, Meilen von 60 und 69 auf den Aequatorial-Grad), um so verdrießlicher, als dadurch Arbeiten, welche einen großen Aufwand von Anstrengung und Zeit gekostet haben, in dem unvortheilhaftesten Lichte erscheinen. Im Sommer 1837 gab Bessel zwei Abhandlungen heraus: die eine über den Einfluß der Unregelmäßigkeit der Erdgestalt auf geodätische Arbeiten und ihre Vergleichung mit den astronomischen Bestimmungen; die andre über die den vorhandenen Messungen von Meridian-Bogen am meisten entsprechenden Axen des elliptischen Rotations-Sphäroid (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 269 und No. 333 S. 345). Resultate der Berechnung waren: halbe große Axe 3271953',854; halbe kleine Axe 3261072',900; Länge eines mittleren Meridian-Grades, d. h. des neunzigsten Theiles des Erd-Quadranten (in der auf dem Aequator senkrechten Richtung) 57011',453. Ein von Puissant aufgefundener Fehler von 68 Toisen in der Berechnungsart, welche im Jahr 1808 von einer Commission des National-Instituts angewandt worden war, um die Entfernung der Parallelen von Montjouy bei Barcelona und Mola auf Formentera zu bestimmen, veranlaßte Bessel im Jahr 1841 seine frühere Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers einer neuen Revision zu unterwerfen (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIX. No. 438 S. 97 bis 116). Es ergab dieselbe für die Länge des Erd-Quadranten 5131179',81 (statt daß bei der ersten Bestimmung des Meters 5130740 Toisen angenommen worden waren), und für die mittlere Länge eines Meridiangrades 57013',109 (um 0',611 mehr als der Meridiangrad unter 45° Breite). Die im Text angeführten Zahlen sind die Resultate dieser letzten Bessel'schen Untersuchung. Die 5131180 Toisen Länge des Meridian-Quadranten (mit einem mittleren Fehler von 255',63) sind = 10000856 Metern; der ganze Erdumkreis ist also gleich 40003423 Metern (oder 5390',98 geographischen Meilen). Der Unterschied von der ursprünglichen Annahme der Commission des poids et mesures, nach welcher das Meter der vierzig-millionenste

darbieten, als man auf den ersten Anblick der Bruchzahlen zu vermuthen geneigt sein könnte. Der Unterschied der Polar-Abplattungen $\frac{1}{578}$ und $\frac{1}{250}$ beträgt für die Unterschiede der größten und kleinsten Erdachse nach den beiden äußersten Grenzzahlen nur etwas über 600 Fuß: nicht das Doppelte der kleinen Berghöhen des Brockens und des Vesuvs; obgleich nur um $\frac{1}{9}$ abweichend von der Anschwellung, welche die Abplattung $\frac{1}{289}$ giebt.

Sobald genauere, unter sehr verschiedenen Breiten gemachte Gradmessungen gelehrt hatten, daß die Erde in ihrem Inneren nicht gleichförmig dicht sein könne, weil die aufgefundnen Resultate der Abplattung die letztere um vieles geringer darstellen, als Newton ($\frac{1}{230}$); um vieles größer, als Huygens ($\frac{1}{578}$), der sich alle Anziehung im Centrum der Erde vereinigt dachte, annahmen: mußte der Zusammenhang des Werthes der Abplattung mit dem Gesetze der Dichtigkeit im Inneren der Erdkugel ein wichtiger Gegenstand des analytischen Calcüls werden. Die theoretischen Speculationen über die Schwere leiteten früh auf die Betrachtung der Anziehung der Anziehung großer Gebirgsmassen, welche frei, klippenartig sich auf dem trocknen Boden des Luftmeeres erheben. Schon Newton untersuchte in seinem Treatise of the System of the World in a popular way 1728, um wie viel ein Berg, der an 2500 Pariser Fuß Höhe und 5000 Fuß Durchmesser hätte, das Pendel von seiner lothrechten Richtung abziehen würde. In dieser Betrachtung liegt wahrscheinlich die Veranlassung zu den wenig befriedigenden Versuchen von Bouguer am Chimborazo*); von Maskelyne und Hutton am Berg Shehallien in Perthshire nahe bei Blair Athol; zu der Vergleichung von Pendellängen auf dem Gipfel einer 6000 Fuß erhabenen Hochebene mit der Pendellänge am Meeresufer (Carlini bei dem Hospitium des Mont Cenis, und Biot und Mathieu bei Bordeaux); zu den feinen und allein entscheidenden Experimenten von Reich (1837) und Baily mit dem von John Michell†) erfundenen und durch Wollaston zu Cavendish übergegangenen sinnreichen Apparat der Drehwage. Es ist von den drei Arten der Bestimmung der Dichtigkeit unsres Planeten (durch Bergnähe, Höhe einer Bergebene und Drehwage) in dem Naturgemälde (Kosmos 1. B. S. 86 und 87) so umständlich gehandelt worden, daß nur noch die in Reich's neuer Abhandlung‡) enthaltenen, in den Jahren 1847 und 1850 von diesem ge-

*) Bouguer, welcher La Condamine zu dem Experimente über die Ablenkung der Lothlinie durch den Chimborazo aufforderte, erwähnt in der Figure de la Terre p. 364—394 allerdings des Vorschlages von Newton nicht. Leider! beobachtete der unterrichtetste der beiden Reisenden nicht an entgegengesetzten Seiten des colossalen Berges, in Osten und Westen; sondern (Dec. 1738) in zwei Stationen an einer und derselben Seite: einmal in der Richtung Süd 61°¼ West (Entfernung vom Centrum der Gebirgsmasse 4572 Toisen), und dann in Süd 16° West (Entf. 1753 T.). Die erste Station lag in einer mir wohl bekannten Gegend, wahrscheinlich unter der Höhe, wo der kleine Alpensee Yana-Cocha sich befindet; die andere in der Bimssteins-Ebene des Arenal. (La Condamine, Voyage à l'Équateur p. 68—70.) Die Ablenkung, welche die Sternhöhen angaben, war gegen alle Erwartung nur 7″,5: was von den Beobachtern selbst der Schwierigkeit der Beobachtung (der ewigen Schneegrenze so nahe), der Ungenauigkeit der Instrumente, und vor allem den vermutheten großen Höhlungen des colossalen Trachytberges zugeschrieben wurde. Gegen diese Annahme sehr großer Höhlungen und die deshalb vermuthete sehr geringe Masse des Trachyt-Domes des Chimborazo habe ich aus geologischen Gründen manchen Zweifel geäußert. Süd-süd-östlich vom Chimborazo, nahe bei dem indischen Dorfe Calpi, lieat der Eruptions-Kegel Yana-Urcu, welchen ich mit Bonpland genau untersucht und welcher gewiß neueren Ursprungs als die Erhebung des großen glockenförmigen Trachytb rges ist. An dem letzteren ist von mir und von Boussingault nichts krater*artiges* aufgefunden worden. S. die Besteigung des Chimborazo in meinen Kleinen Schriften Bd. I. S. 138.

†) Baily, Exper. with the Torsion Rod for determining the mean Density of the Earth 1843 p. 6; John Herschel, Memoir of Francis Baily 1845 p. 24.

‡) Reich, neue Versuche mit der Drehwage, in den Abhandl. der mathem.-physischen Classe der Kön. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1852 Bd. I. S. 405 und 418. Die neueren Versuche meines vortrefflichen Freundes, des Prof. Reich, haben sich etwas mehr der schönen Arbeit von Baily genähert. Ich habe das Mittel (5,5772) gezogen aus den Beobachtungs-Reihen: a) mit der Zinnkugel und dem längeren, dickeren Kupferdrathe: 5,5712, bei wahrscheinlichem Fehler von 0,0113; b) mit der Zinnkugel und dem kürzeren, dünneren Kupferdrath, wie mit der Zinnkugel und dem bifilaren Eisendrath: 5,5832, bei wahrscheinlichem Fehler von 0,0149. Mit Berücksichtigung dieser Fehler in a und b ist das Mittel 5,5756. Das Resultat von Baily (5,660), freilich durch zahlreichere Versuche erhalten, könnte doch wohl eine etwas zu große Dichtigkeit geben, da es scheinbar um so mehr abweicht, als die angewandten Kugeln (Glas oder Eisenblei) hohl waren. (Reich in Poggendorff's Annalen Bd. LXXXV. S. 190. Vergl. auch Whitehead Baily in den Philos. Transact. for 1847 p. 217—229. Die Bewegung des Torsions-Balkens wurde von Baily nach dem Vorgange von Reich mittelst des Bildes beobachtet, welches, wie bei den astronomischen Beobachtungen von Gauß, ein an der Axe des Bal-

Ein drittes Mittel, die Gestalt der Erde (d. i. das Verhältniß der großen zur kleinen Axe, unter der Voraussetzung einer elliptisch sphäroidischen Gestalt) durch Ergründung des Gesetzes zu finden, nach welchem vom Aequator gegen die Rotations-Pole hin die Schwere zunimmt, bieten die Schwingungen der Pendel dar. Zur Zeitbestimmung hatten sich dieser Schwingungen zuerst die arabischen Astronomen und namentlich Ebn-Junis, am Ende des 10ten Jahrhunderts, in der Glanzperiode der Abassidischen Chalifen *), bedient; auch, nach sechshundertjähriger Vernachlässigung, Galilei und der Pater Riccioli zu Bologna †). Durch Verbindung mit Räderwerk zur Regulirung des Ganges der Uhren (angewandt zuerst in den unvollkommenen Versuchen von Sanctorius zu Padua 1612, dann in der vollendeten Arbeit von Huygens 1656) hat das Pendel in Richter's Vergleichung des Ganges derselben astronomischen Uhr zu Paris und Cayenne (1672) den ersten materiellen Beweis von der verschiedenen Intensität der Schwere unter verschiedenen Breiten gegeben. Picard war zwar mit der Ausrüstung zu dieser wichtigen Reise beschäftigt, aber er schreibt sich deshalb nicht das Verdienst des ersten Vorschlages zu. Richter verließ Paris im October 1671; und Picard, in der Beschreibung seiner Breitengrad-Messung, die ebenfalls im Jahre 1671 erschien, erwähnt bloß ‡) „einer Vermuthung, welche in einer der Sitzungen der Akademie von einem Mitgliede geäußert worden sei, und nach welcher wegen der Rotation der Erde die Gewichte eine geringere Schwere unter dem Aequator als unter dem Pole haben möchten." Er fügt zweifelnd hinzu: „daß allerdings nach einigen Beobachtungen, die in London, Lyon und Bologna angestellt seien, es scheine, als müsse das Secunden-Pendel verkürzt werden, je näher man dem Aequator komme; aber andererseits sei er auch nicht genug von der Genauigkeit der angegebenen Messungen überzeugt, weil im Haag die Pendellänge trotz der nördlicheren Lage ganz wie in Paris gefunden werde." Wann Newton zuerst die ihm so wichtige Kenntniß von den durch Richter 1672 erlangten, aber erst 1679 durch den Druck veröffentlichten Pendel-Resultaten, oder von Cassini's, schon vor 1666 gemachten Entdeckung der Abplattung des Jupiter erhalten hat, wissen wir leider nicht mit derselben Genauigkeit, als uns seine sehr verspätete Kenntniß von Picard's Gradmessung erwiesen ist. In einem Zeitpunkte, wo in einem so glücklichen Wettkampfe theoretische Ansichten zu Anstellung von Beobachtungen

*) Kosmos 1. B. S. 84. Am früheſten iſt wohl die Anwendung des Isochronismus der Pendel-Schwingungen in den astronomischen Schriften der Araber von Edward Bernard in England erkannt worden; ſ. deſſen Brief aus Oxford vom April 1683 an Dr. Robert Huntington in Dublin (Philos. Transact. Vol. XII p. 567).

†) Fréret de l'étude de la Philosophie ancienne, in den Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XVIII (1753) p. 106.

‡) Picard, Mesure de la Terre 1671 art. 4. Es iſt kaum wahrſcheinlich, daß die in der Pariſer Akademie ſchon vor 1671 geäußerte Vermuthung über eine nach Breitengraden ſich verändernde Intenſität der Schwerkraft (Lalande, Astronomie T. III. p. 20 § 2668) dem großen Huygens zugehöre, der allerdings ſchon 1669 der Akademie ſeinen Discours sur la cause de la gravité vorgelegt hatte. Nicht in dieſer Abhandlung, ſondern in den additamentis, von denen eines nach dem Erſcheinen von Newton's Principien, deren Huygens erwähnt, alſo nach 1687) muß vollendet worden ſein, ſcheint dieſer von der Verkürzung des Secundenpendels, die Richter in Cayenne vernehmen mußte. Er ſagt ſelbſt: „Maxima pars hujus libelli scripta est, cum Lutetiae degerem (d. h. 1681), ad eum usque locum, ubi de alteratione, quae ponduli accidit e mota Terrae." Vergl. die Erläuterung, welche ich gegeben in Kosmos 2. Buch S. 381. Die von Richter in Cayenne angeſtellten Beobachtungen wurden, wie ich im Texte erwähnt habe, erſt 1679, alſo volle 6 Jahre nach ſeiner Rückkunft, veröffentlicht; und, was am auffallendſten iſt, in den Regiſtern der Académie des Inscriptions geſchieht während dieſer langen Zeit von Richter's wichtiger zweifacher Beobachtung der Pendeluhr und eines einfachen Secunden-Pendels keine Erwähnung. Wir wiſſen nicht, wann Newton, deſſen früheſte theoretiſche Speculationen über die Figur der Erde höher als 1665 hinaufreichen, zuerſt Kenntniß von Richter's Reſultaten erhalten hat. Von Picard's Gradmeſſung, die ſchon 1671 veröffentlicht erſchien, ſoll Newton erſt ſehr ſpät, 1682, und zwar „zufällig durch Geſpräche in einer Sitzung der Royal Society, der er beiwohnte," Kenntniß erlangt haben: eine Kenntniß, welche wie Sir David Brewſter gezeigt (Life of Newton p. 152), einen überaus wichtigen Einfluß auf ſeine Beſtimmung des Erd-Durchmeſſers und des Verhältniſſes des Falls der Körper auf unſerem Planeten zu der Kraft, welche den Mond in ſeinem Laufe lenkte, ausgeübt hat. Ein ähnlicher Einfluß auf Newton's Ideen läßt ſich von der Kenntniß der elliptiſchen Geſtalt des Jupiter vorausſetzen, welche Caſſini ſchon vor 1666 erkannte, aber erſt 1691 in den Mémoires de l'Académie des Sciences T. II. p. 108 beſchrieb. Sollte von einer viel früheren Publication, von welcher Lalande einige Bogen in den Händen Maraldi's ſahe, Newton etwas erfahren haben? (Vergl. Lalande, Astr. T. III. p. 335 § 3345 mit Brewſter, Life of Newton p. 162 und Kosmos 1. B. S. 83.) Bei den gleichzeitigen Arbeiten von Newton, Huygens, Picard und Caſſini iſt es, wegen der damals gewöhnlichen Zögerung in der Publication und oft durch Zufall verſpäteten Mittheilung, ſchwer, auf ſichere Spuren des wiſſenſchaftlichen Ideenverkehrs zu gelangen.

rechte wie das horizontale (die Drehwage), hat allerdings ein geognoſtiſches Inſtrument genannt werden können; aber die Geologie der unzugänglichen inneren Erdräume iſt, wie die Aſtrognoſie der dunklen Weltkörper, nur mit vieler Vorſicht zu behandeln. Ich muß ohnedies noch in dem vulkaniſchen Abſchnitt dieſes Werkes die, ſchon von Anderen angeregten Probleme der Strömungen in der allgemeinen Flüſſigkeit des Inneren des Planeten, der wahrſcheinlichen oder unwahrſcheinlichen periodiſchen Ebbe- und Fluth-Bewegung in einzelnen, nicht ganz gefüllten Becken, oder der Exiſtenz unterirdiſcher Räume unter den gehobenen Gebirgsketten*) berühren. Es iſt im Kosmos keine Betrachtung zu übergehen, auf welche wirkliche Beobachtungen oder nicht entfernte Analogien zu leiten ſcheinen.

b. Innere Wärme des Erdkörpers und Vertheilung derſelben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 87 — 89.)

Die Betrachtungen über die innere Wärme des Erdkörpers, deren Wichtigkeit durch ihren jetzt ſo allgemein anerkannten Zuſammenhang mit vulkaniſchen und Hebungs-Erſcheinungen erhöht worden iſt, ſind gegründet theils auf directe und daher unbeſtreitbare Meſſungen der Temperatur in Quellen, Bohrlöchern und unterirdiſchen Grubenbauten; theils auf analytiſche Combinationen über die allmälige Erkältung unſeres Planeten und den Einfluß, welchen die Wärme-Abnahme auf die Rotations-Geſchwindigkeit†) und auf die Richtung der inneren Wärme-Strömungen in der Urzeit mag ausgeübt haben. Die Geſtalt des abgeplatteten Erdſphäroids iſt ſelbſt wieder von dem Geſetze der zunehmenden Dichtigkeit abhängig in concentriſchen, über einander liegenden, nicht homogenen Schalen. Der erſte, experimentale und darum ſichrere Theil der Unterſuchung, auf den wir uns hier beſchränken, verbreitet aber nur Licht über die uns allein zugängliche, ihrer Dicke nach unbedeutende Erdrinde: während der zweite, mathematiſche Theil, der Natur ſeiner Anwendung nach, mehr negative als poſitive Reſultate liefert. Den Reiz ſcharfſinniger Gedankenverbindungen‡) darbietend, leitet dieſer zu Problemen, welche bei den Muthmaßungen über den Urſprung der vulkaniſchen Kräfte und die Reaction des geſchmolzenen Inneren gegen die ſtarre äußere Schale nicht ganz unberührt bleiben können. Plutoniſt geognoſtiſche Mythe von Pyriphlegethon||), als Urſprung aller heißen Quellen wie der vulkaniſchen Feuerſtröme, war hervorgegangen aus dem ſo früh und ſo allgemein gefühlten Bedürfniß, für eine große und verwickelte Reihe von Erſcheinungen eine gemeinſame Urſach aufzufinden.

Bei der Mannigfaltigkeit der Verhältniſſe, welche die Erdoberfläche darbietet in Hinſicht auf Inſolation (Sonnen-Einwirkung) und auf Fähigkeit die Wärme auszuſtrahlen, bei der großen Verſchiedenheit der Wärme-Leitung nach Maaßgabe der in ihrer Zuſammenſetzung und Dichte heterogenen Gebirgsarten: iſt es nicht wenig zu bewundern, daß da, wo die Beobachtungen mit Sorgfalt und unter günſtigen Umſtänden angeſtellt ſind, die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe in ſehr ungleichen Localitäten meiſt ſo übereinſtimmende Reſultate gegeben hat. Bohrlöcher: beſonders wenn ſie nicht mit trüben, etwas durch Thon verdickten, den inneren Strömungen minder günſtigen Flüſſigkeiten gefüllt ſind, und wenig Zuflüſſe ſeitwärts in verſchiedenen Höhen durch Quellklüfte erhalten: bieten bei ſehr großer Tiefe die meiſte Sicherheit dar. Wir beginnen daher, eben dieſer Tiefe wegen, mit zweien der merkwürdigſten arteſiſchen Brunnen: dem von Grenelle zu Paris, und dem von Neu-Salzwerk im Soolbade Oeynhauſen bei Minden. Die genaueſten Beſtimmungen für beide ſind die, welche hier folgen.

*) Vergl. Petit "sur la latitude de l'Observatoire de Toulouse, la densité moyenne de la chaîne des Pyrénées, et la probabilité qu'il existe un vide sous cette chaîne", in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXIX. 1849 p. 730.

†) Kosmos 1. B. S. 90.

‡) Hopkins (Physical Geology) in Report of the British Association for 1838 p. 92; Philos. Transact. 1839 P. II. p. 381 und 1840 P. I. p. 193; Henry Hennessey (Terrestrial Physics) in Philos. Transact. 1851 P. II. p. 504 und 525.

||) Kosmos 1. B. S. 123.

mung, wie sie sich aus den geodätisch-astronomischen Operationen ergeben hatte. Biot hat die Reihe der Pendel-Messungen von Formentera aus (38° 39′ 56″), wo er früher mit Arago und Chair beobachtete, im Jahr 1824 bis nach Unst, der nördlichsten der Shetlands-Inseln (60° 45′ 25″), fortgesetzt, und sie mit Mathieu auf den Parallelen von Bordeaux, Figeac und Padua bis Fiume erweitert.*) Diese Pendel-Resultate, mit denen von Sabine verglichen, geben für den ganzen nördlichen Quadranten allerdings die Abplattung von $\frac{1}{289}$; aber, in zwei Hälften getrennt, um so abweichendere Resultate†); vom Aequator bis 45° gar $\frac{1}{311}$, und von 45° bis zum Pol $\frac{1}{278}$. Der Einfluß der umgebenden dichteren Gebirgsmassen (Basalt, Grünstein, Diorit, Melaphyr; im Gegensatz von specifisch leichteren Flöz- und Tertiär-Formationen) hat sich für beide Hemisphären (wie der, die Intensität der Schwere vermehrende Einfluß der vulkanischen Eilande‡) in den meisten Fällen erkennbar gemacht; aber viele Anomalien, die sich darbieten, lassen sich nicht aus der uns sichtbaren geologischen Bodenbeschaffenheit erklären.

Für die südliche Erdhälfte besitzen wir eine kleine Reihe vortrefflicher, aber freilich auf großen Flächen weit zerstreuter Beobachtungen von Freycinet, Duperrey, Fallows, Lütke, Brisbane und Rümker. Es bestätigen dieselben, was schon in der nördlichen Erdhälfte so auffallend ist: daß die Intensität der Schwere nicht an Oertern, welche gleiche Breite haben, dieselbe ist; ja daß die Zunahme der Schwere vom Aequator gegen die Pole unter verschiedenen Meridianen ungleichen Gesetzen unterworfen zu sein scheint. Wenn Lacaille's Pendel-Messungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und die auf der spanischen Weltumseglung von Malaspina den Glauben hatten verbreiten können, daß die südliche Hemisphäre im allgemeinen beträchtlich mehr abgeplattet sei als die nördliche; so haben, wie ich schon an einem anderen Orte‖) angeführt, die Malouinen Inseln und Neu-Holland, verglichen mit Neu-York, Dünkirchen und Barcelona, in genaueren Resultaten das Gegentheil erwiesen.

---

*) Biot und Arago, Recueil d'Observ. géodésiques et astronomiques 1821 p. 526—540 und Biot, Traité d'Astr. physique T. II. 1844 p. 465—473.

†) A. a. O. p. 488. Sabine (Exper. for determining the variation in the length of the Pendulum vibrating Seconds 1825 p. 352) findet aus allen den 13 Stationen seiner Pendel-Expedition, trotz ihrer so großen Zerstreutheit in der nördlichen Erdhälfte, $\frac{1}{288,3}$; aus diesen, vermehrt mit allen Pendel-Stationen des British Survey und der französischen Gradmessung (von Formentera bis Dünkirchen), im ganzen also durch Vergleichung von 25 Beobachtungspunkten, wiederum $\frac{1}{289}$. Auffallender ist es, wie schon der Admiral Lütke bemerkt, daß, von der atlantischen Region weit westlich entfernt, in den Meridianen von Petropawlowsk und Nowo-Archangelsk die Pendellängen eine noch viel stärkere Abplattung, die von $\frac{1}{267}$, geben. Wie die früher allgemein angewandte Theorie des Einflusses von der das Pendel umgebenden Luft zu einem Rechnungsfehler führe und eine, schon 1786 vom Chevalier de Buat etwas undeutlich angegebene Correction nothwendig mache (wegen Verschiedenheit des Gewichts-Verlustes fester Körper, wenn sie in einer Flüssigkeit in Ruhe oder in schwingender Bewegung sind); hat Bessel mit der ihm eigenen Klarheit analytisch entwickelt in den Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels S. 32, 63 und 126—129. „Bewegt sich ein Körper in einer Flüssigkeit (Luft), so gehört auch diese mit zum bewegten System; und die bewegende Kraft muß nicht bloß auf die Massentheile des festen bewegten Körpers, sondern auch auf die der bewegten Massentheile der Flüssigkeit vertheilt werden." Ueber die Versuche von Sabine und Baily, zu welchen Bessel's praktisch wichtige Pendel-Correction (Reduction auf den leeren Raum) Anlaß gegeben hatte, s. John Herschel im Memoir of Francis Baily 1845 p. 17—21.

‡) Kosmos 1. B. S. 84. Vergl. für die Insel-Phänomene Sabine Pend. Exper. 1825 p. 237 und Lütke Obs. du Pendule invariable, exécutées de 1826—1829 p. 241. Dasselbe Werk enthält eine merkwürdige Tabelle über die Natur der Gebirgsarten in 16 Pendel-Stationen (p. 239) von Melville-Insel (Br. 79° 50′ N.) bis Valparaiso (Br. 33° 2′ S.).

‖) Kosmos 1. B. S. 86 Anm. *, Eduard Schmidt (mathem. und phys. Geographie Th. I, S. 394) hat unter den vielen Pendel-Beobachtungen, welche auf den Corvetten Descubierta und Atrevida unter Malaspina's Oberbefehl angestellt wurden, die 13 Stationen abgesondert, welche der südlichen Halbkugel angehören, und im Mittel eine Abplattung von $\frac{1}{280,34}$ gefunden. Mathieu folgerte auch aus Lacaille's Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf Isle de France, mit Paris verglichen, $\frac{1}{284}$; aber die Meßapparate damaliger Zeit boten nicht die Sicherheit dar, welche die Vorrichtungen von Borda und Kater und die neueren Beobachtungs-Methoden gewähren. — Es ist hier der Ort, des schönen, den Scharfsinn des Erfinders so überaus ehrenden Experiments von Foucault zu erwähnen, welches den sinnlichen Beweis von der Achsendrehung der Erde mittelst des Pendels liefert, indem die Schwingungs-Ebene desselben sich langsam von Osten nach Westen dreht (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., séance du 3 Février 1851, T. XXXII, p. 135). Abweichungen gegen Osten in den Fallversuchen von Benzenberg und Reich auf Kirchthürmen und in Schachten erfordern eine sehr beträchtliche Fallhöhe, während Foucault's Apparat schon bei sechs Fuß Pendellänge die Wirkung der Erd-

den, nicht überall erwartet werden. Wenn auch angenommen wird, daß die auf Hö[illegible] sich infiltrirenden Meteor-Wasser durch hydrostatischen Druck, wie in communicirenden Röhren, das Aufsteigen der Quellen an tieferen Punkten bewirken, und daß die unterirdischen Wasser die Temperatur der Erdschichten annehmen, mit welchen sie in Contact [illegible] langen; so können die erbohrten Wasser in gewissen Fällen, mit senkrecht niedergehenden Wasserklüften communicirend, doch noch einen anderen Zuwachs von Wärme aus uns [illegible] bekannter Tiefe erhalten. Ein solcher Einfluß, welchen man sehr von dem der verschiedenen Leitungsfähigkeit des Gesteins unterscheiden muß, kann an Punkten stattfinden, die [illegible] Bohrloch sehr fern liegen. Wahrscheinlich bewegen sich die Wasser im Inneren der Erde bald in beschränkten Räumen, auf Spalten gleichsam flußartig (daher oft [illegible] nahen Bohrversuchen nur einige gelingen); bald scheinen dieselben in horizontaler Richtung weit ausgedehnte Becken zu bilden: so daß dieses Verhältniß überall die Arbeit [illegible] günstigt, und in sehr seltenen Fällen durch Anwesenheit von Aalen, Muscheln und Pflanzenresten einen Zusammenhang mit der Erdoberfläche verräth. Wie nun aus den oben bezeichneten Ursachen die aufsteigenden Quellen bisweilen wärmer sind, als nach der geringen Tiefe des Bohrlochs zu erwarten wäre; so wirken in entgegengesetztem Sinne kältere Wasser, welche aus seitwärts zuführenden Querklüften hervorbrechen.

Es ist bereits bemerkt worden, daß Punkte, welche im Inneren der Erde bei geringer Tiefe in derselben Verticallinie liegen, zu sehr verschiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der durch Sonnenstand und Jahreszeiten veränderten Temperatur der Atmosphäre empfangen. Nach den, immer sehr genauen Beobachtungen von Quetelet*) sind die täglichen Variationen schon in der Tiefe von 3⅕ Fuß nicht mehr bemerkbar; und zu Brüssel trat die höchste Temperatur in 24 Fuß tief eingesenkten Thermometern erst am 10. December, die niedrigste am 15. Juni ein. Auch in den schönen Versuchen, die Forbes in der Nähe von Edinburg über das Leitungsvermögen verschiedener Gebirgsarten anstellte, traf das Maximum der Wärme im basaltartigen Trapp von Calton-Hill erst am 8. Januar in 23 Fuß Tiefe ein.†) Nach der vieljährigen Reihe von Beobachtungen Arago's im Garten der Pariser Sternwarte sind im Laufe eines ganzen Jahres noch sehr kleine Temperatur-Unterschiede bis 28 Fuß unter der Oberfläche bemerkbar gewesen. Eben so fand sie Bravais noch 1° in 26½ Fuß Tiefe im hohen Norden zu Bossekop in Finmark (Br. 69° 58′). Der Unterschied zwischen den höchsten und niedrigsten Temperaturen des Jahres ist um so kleiner, je tiefer man hinabsteigt. Nach Fourrier nimmt dieser Unterschied in geometrischer Reihe ab, wenn die Tiefe in arithmetischer wächst.

Die invariable Erdschicht ist in Hinsicht ihrer Tiefe (ihres Abstandes von der Oberfläche) zugleich abhängig von der Polhöhe, von der Leitungsfähigkeit des umgebenden Gesteins, und der Größe des Temperatur-Unterschiedes zwischen der heißesten und kältesten Jahreszeit. In der Breite von Paris (48° 50′) werden herkömmlich die Tiefe und Temperatur der Caves de l'Observatoire (86 Fuß und 11°,834) für Tiefe und Temperatur der invariablen Erdschicht gehalten. Seitdem (1783) Cassini und Legentil ein sehr genaues Quecksilber-Thermometer in jenen unterirdischen Räumen, welche Theile alter Steinbrüche sind, aufgestellt haben, ist der Stand des Quecksilbers in der Röhre um 0°,22 gestiegen.‡) Ob die Ursach dieses Steigens einer zufälligen Veränderung der Thermometer-Scala, die jedoch von Arago 1817 mit der ihm eigenen Sorgfalt berichtigt

---

*) Quetelet im Bulletin de l'Acad. de Bruxelles 1836 p. 75.

†) Forbes, Exper. on the temperature of the Earth at different depths in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 2, p. 189.

‡) Alle Zahlen die Temperatur der Caves de l'Observatoire betreffend sind aus Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur p. 415 und 462 entlehnt. Dagegen enthält das Annuaire météorologique de la France von Martins und Hacquebeau [illegible] 88 abweichende Correctionen des Lavoisier'schen unterirdischen Thermometers durch Gay-Lussac. Im Mittel aus 3 Ablesungen (Junius bis August) [illegible] Thermometer 12°,193: wenn Gay-Lussac die Temperatur zu 11°,843 fand; also Differenz [illegible]

Da man seit frühester Zeit gewohnt ist eine solche Anschwellung oder convexe Erhebung der Erdoberfläche mit wohlgemessenen Gebirgsmassen zu vergleichen: so wähle ich als Gegenstände der Vergleichung den höchsten unter den jetzt bekannten Gipfeln des Himalaya, den vom Oberst Waugh gemessenen Kintschindjinga von 4406 Toisen (26436 Fuß); und den Theil der Hochebene Tibets, welcher den Heiligen Seen Rakas-Tal und Manassarovar am nächsten ist, und nach Lieut. Henry Strachey die mittlere Höhe von 2400 Toisen erreicht. Unser Planet ist demnach nicht ganz dreimal so viel in der Aequatorial-Zone angeschwollen, als die Erhebung des höchsten Erdberges über der Meeresfläche beträgt; fast fünfmal so viel als das östliche Plateau von Tibet.

Es ist hier der Ort zu bemerken, daß die durch bloße Gradmessungen oder durch Combinationen von Grad- und Pendel-Messungen sich ergebenden Resultate der Abplattung weit geringere Verschiedenheiten*) in der Höhe der Aequinoctial-Anschwellung

---

nion de ceux des anciens qui croyoient la terre allongée aux pôles, le pays voisin des pôles se trouvoit plus éloigné du centre que sous l'équateur." Ich kann kein Zeugniß des Alterthums auffinden, welches diese Behauptungen rechtfertigte. Im dritten Abschnitt des ersten Buches des Strabo (pag. 48 Casaub.) heißt es ausdrücklich: „Nachdem Eratosthenes gesagt hat, daß die ganze Erde kugelförmig sei, doch nicht wie von der Drehbank (ein Ausdruck, dem Herodot IV, 36 entlehnt), und manche Abweichungen habe; fährt er viele Umgestaltungen an, welche durch Wasser und Feuer, durch Erdbeben, unterirdische Windstöße (elastische Dämpfe) und andere dergleichen Ursachen erfolgen: aber auch hier die Ordnung nicht beachtend. Denn die Kugelrundung um die ganze Erde erfolgt aus der Anordnung des Ganzen, und solche Umgestaltungen verändern das Ganze der Erde gar nicht; das Kleine verschwindet im Großen." Später heißt es, immer nach Groskurd's sehr gelungener Uebersetzung: „daß die Erde mit der See kugelförmig sei, und eine und dieselbe Oberfläche bilde mit den Meeren. Das Hervorragende des Landes, welches unbedeutend ist und unbemerkt bleiben kann, verliert sich in solcher Größe: so daß wir die Kugelgestalt in solchen Falten nicht so bestimmen wie nach der Drehbank, auch nicht wie der Meßkünstler nach dem Begriffe, sondern nach sinnlicher und zwar gröberer Wahrnehmung." (Strabo II p. 112.) „Die Welt ist zugleich ein Werk der Natur und der Vorsehung; Werk der Natur, indem alles gegen einen Punkt, die Mitte des Ganzen, sich zusammenneigt, und sich um denselben rundet: das weniger Dichte (das Wasser) das Dichtere (die Erde) enthaltend." (Strabo XVII p. 809.) Wo bei den Griechen von der Figur der Erde gehandelt wird, heißt es bloß (Cleom. cycl. theor. I, 8 p. 51): daß man sie mit einer flachen oder in der Mitte vertieften Scheibe, mit einem Cylinder (Anaximander), mit einem Cubus, einer Pyramide verglichen; und endlich allgemein, trotz der langen Streits der Epicuräer, welche die Anziehung nach dem Centrum läugneten, für eine Kugel gehalten habe. Die Idee der Abplattung hat sich der Phantasie nicht dargeboten. Die längliche Erde des Demokritus war nur die in Einer Dimension verlängerte Scheibe des Thales. Der Paukenform, τὸ σχῆμα τυμπανοειδές, welche vorzugsweise dem Leucipp zugeschrieben wird (Plut. de plac. philos. III, 10; Galen. hist. phil. cap. 21; Aristot. de Coelo II, 13 pag. 293 Bekker), liegt schon zum Grunde die Vorstellung einer Halbkugel mit ebener Basis, welche vielleicht den Gleicher bezeichnet, während die Krümmung als die οἰκουμένη gedacht wurde. Eine Stelle des Plinius IX, 54 über die Perlen erläutert diese Gestaltung: wogegen Aristoteles, Meteorol. II, 5 u. 10 (Zeller T. I. p. 563), nur eine Vergleichung von Kugelsegmenten mit dem Tympan darbietet, wie auch aus dem Commentar des Olympiodor (Zeller T. I. p. 301) erhellt. Ich habe absichtlich in dieser Uebersicht nicht zweier mir wohl bekannten Stellen des Agathemer (de Geographia lib. I cap. 1 p. 2 Hudson) und des Eusebius (Evangel. Praeparat. T. IV. p 125 ed. Gaisford 1843) gedacht: weil sie beweisen, mit welcher Ungenauigkeit oft spätere Schriftsteller den Alten Meinungen zuschreiben, die denselben ganz fremd waren. „Eudoxus soll nach diesen Angaben der Erdscheibe eine Länge und Breite im Verhältniß der Dimensionen wie 1 zu 2 gegeben haben; eben so Dicäarch, der Schüler des Aristoteles, welcher doch eigene Beweise für die Kugelgestalt der Erde (Marcian. Capella lib. VI p. 192) vortrug. Hipparch habe die Erde für τραπεζοειδής und Thales für eine Kugel gehalten!"

*) „Mir scheint es oft, als nenne man bisweilen die Abplattung der Erde fast nur deßhalb etwas zweifelhaft, weil man zu große Genauigkeit erreichen will. Nimmt man die Abplattungen zu $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{299}$, $\frac{1}{298}$, $\frac{1}{297}$, so erhält man den Unterschied beider Halbmesser gleich 10554, 10905, 11281 und 11684 Toisen. Das Schwanken von 30 Einheiten im Nenner erzeugt nur ein Schwanken von 1130 Toisen in dem Polar-Halbmesser: eine Größe, die vergleichungsweise mit den sichtbaren Ungleichheiten der Oberfläche der Erde so wenig wesentlich erscheint, daß ich wirklich oft erstaune, wie die Experimente noch innerhalb solcher Grenzen zusammenstimmen. Zerstreute Beobachtungen, auf weiten Flächen vereinzelt, werden uns allerdings wenig mehr lehren, als wir schon wissen; aber wichtig wäre es, wenn man alle Messungen über die ganze Oberfläche von Europa mit einander verbände und alle astronomisch bestimmten Punkte in diese Operation hineinzöge." (Bessel in einem Briefe an mich vom Dec. 1828.) Nach diesem Vorschlage würde man aber doch nur die Erdgestaltung von dem kennen lernen, was man als die gegen Westen vortretende Peninsular-Gliederung des großen asiatischen Continents, in kaum 66½ Längegraden, betrachten kann. — Die Steppen des nördlichen Asiens, selbst die mittlere Kirgisen-Steppe, von der ich einen beträchtlichen Theil gesehen, sind oft hügelig und in Hinsicht der Raumverhältnisse ununterbrochener Söhligkeit im großen keineswegs mit den Pampas von Buenos Aires und den Llanos von Venezuela zu vergleichen. Diese letzteren, weit von Gebirgsketten entfernt, und in der nächsten Erdrinde mit Flözformationen und Tertiärschichten von sehr gleicher und geringer Dichtigkeit bedeckt, würden durch Anomalien in den Ergebnissen der Pendel-Schwingungen sehr reine und sehr entscheidende Resultate über die örtliche Constitution der tiefen inneren Erdschichten liefern können. Vergleiche meine Ansichten der Natur B. I. S. 4, 12 und 47—50.

Micuipampa*) liegt nämlich nach meinen aſtronomiſchen und hypſometriſchen Beobachtungen in der ſüdlichen Breite von 6° 43′ und in der Höhe von 1857 Toiſen, am Fuße des, wegen ſeines Silberreichthums berühmten Cerro de Gualgayoc. Der Gipfel dieſes faſt iſolirten, ſich caſtellartig und maleriſch erhebenden Berges iſt 240 Toiſen höher als das Straßenpflaſter des Städtchens Micuipampa. Die äußere Luft war kühl am Stollen-Mundloch der Mina del Purgatorio 5°,7; aber in dem Inneren der Grubenbaue, ohngefähr 2057 Toiſen (12342 Fuß) Höhe über dem Meere, ſah ich das Thermometer überall die Temperatur von 19°,8 anzeigen: Differenz 14°,1. Das Kalkgeſtein war vollkommen trocken, und ſehr wenige Bergleute arbeiteten dort. In der Mina de Guadalupe, die in derſelben Höhe liegt, fand ich die innere Luft-Temperatur 14°,4: alſo Differenz gegen die äußere Luft 8°,7. Die Waſſer, welche hier aus der ſehr naſſen Grube herausſtrömten, hatten 11°,3. Die mittlere jährliche Luft-Temperatur von Micuipampa iſt wahrſcheinlich nicht über 7°½. In Mexico, in den reichen Silberbergwerken von Guanaxuato, fand ich in der Mina de Valenciana †) die äußere Luft-Temperatur in der Nähe des Tiro Nuevo (7122 Fuß über dem Meere) 21°,2; und die Grubenluft im Tiefſten, in den Planes de San Bernardo (1530 Fuß unter der Oeffnung des Schachtes Tiro Nuevo) volle 27°: ohngefähr die Mittel-Temperatur des Littorals am mexicaniſchen Meerbuſen. In einer Strecke, welche 138 Fuß höher als die Sohle der Planes de San Bernardo liegt, zeigt ſich, aus dem Quer-Geſtein ausbrechend, eine Quelle mit der Wärme von 29°,1. Die von mir beſtimmte nördliche Breite der Bergſtadt Guanaxuato iſt 21° 0′, bei einer Mittel-Temperatur, welche ohngefähr zwiſchen 15°,8 und 16°,2 fällt. Es würde ungeeignet ſein hier über die Urſachen vielleicht ganz localer Erhöhung der unterirdiſchen Temperatur in Gebirgshöhen von ſechs- bis zwölftauſend Fuß, ſchwer zu begründende Vermuthungen aufzuſtellen.

Einen merkwürdigen Contraſt bieten die Verhältniſſe des Bodeneiſes in den Steppen des nördlichen Aſiens dar. Trotz der früheſten Zeugniſſe von Gmelin und Pallas war ſelbſt die Exiſtenz deſſelben in Zweifel gezogen worden. Ueber die Verbreitung und Dicke der Schicht des unterirdiſchen Eiſes hat man erſt in der neueſten Zeit durch die treffenden Unterſuchungen von Erman, Baer und Middendorff richtige Anſichten gewonnen. Nach den Schilderungen von Grönland durch Cranz, von Spitzbergen durch Martens und Phipps, der Küſten des kariſchen Meeres von Sujew, wurde durch unvorſichtige Verallgemeinerung der ganze nördlichſte Theil von Sibirien als vegetationsleer, an der Oberfläche ſtets gefroren, und mit ewigem Schnee ſelbſt *in der Ebene* bedeckt beſchrieben. Die äußerſte Grenze hohen Baumwuchſes iſt im nördlichen Aſien nicht, wie man lange annahm und wie Seewinde und die Nähe des Obiſchen Meerbuſens es bei Obdorſk veranlaſſen, der Parallel von 67°; das Flußthal des großen Lena-Stromes hat hohe Bäume bis zur Breite von 71°. In der Einöde der Inſeln von Neu-Sibirien finden große Heerden von Rennthieren und zahlloſe Lemminge noch hinlängliche Nahrung.‡) Die zwei ſibiriſchen Reiſen von Middendorff, welchen Beobachtungsgeiſt, Kühnheit im Unternehmen und Ausdauer in mühſeliger Arbeit auszeichnen, waren 1843 bis 1846 nördlich im Taymir-Lande bis zu 75°¾ Breite und ſüd-öſtlich bis an den Oberen Amur und das Ochotſkiſche Meer gerichtet. Die erſte ſo gefahrvoller Reiſen hatte den gelehrten Naturforſcher in eine bisher ganz unbeſuchte Region geführt. Sie bot um ſo mehr Wichtigkeit dar, als dieſe Region gleich weit von der Oſt- und Weſtküſte des Alten Continents entfernt iſt. Neben der Verbreitung der Organismen im höchſten Norden, als hauptſächlich von klimatiſchen Verhältniſſen abhängig, war im Auftrage der Petersburger Akademie der Wiſſen-

*) Ueber Gualgayoc (oder Minas de Chota) und Micuipampa ſ. Humboldt, Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 324.

†) Essai polit. sur le Roy. de la Nouv. Espagne (2ème éd.) T. III. p. 201.

‡) E. von Baer in Middendorff's ſibiriſcher Reiſe Bd. I. S. VII.

schaften die genaue Bestimmung der Boden-Temperatur und der Dicke des unterirdischen Bodeneises ein Hauptzweck der Expedition. Es wurden Untersuchungen angestellt in Bohrlöchern und Gruben von 20 bis 57 Fuß Tiefe, an mehr denn 12 Punkten (bei Turuchansk, am Jenisei und an der Lena), in relativen Entfernungen von vier- bis fünfhundert geographischen Meilen.

Der wichtigste Gegenstand solcher geothermischen Beobachtungrn blieb aber der Schergin-Schacht*) zu Jakutsk (Br. 62° 2′). Hier war eine unterirdische Eisschicht durchbrochen worden in der Dicke von mehr als 358 Par. Fuß (382 engl. Fuß). Längs den Seitenwänden des Schachtes wurden Thermometer an 11 über einander liegenden Punkten zwischen der Oberfläche und dem Tiefsten des Schachtes, den man 1837 erreichte, eingesenkt. In einem Eimer (Kübel) stehend, einen Arm beim Herablassen an einem Seil befestigt, mußte der Beobachter die Thermometer-Scalen ablesen. Die Reihe der Beobachtungen, deren mittleren Fehler man nur zu 0°,25 anschlägt, umfaßte den Zeitraum vom April 1844 bis Juni 1846. Die Abnahme der Kälte war im einzelnen zwar nicht den Tiefen proportional; doch fand man folgende, im ganzen zunehmende Mittel-Temperaturen der über einander liegenden Eisschichten:

50	engl.	Fuß	—6°,61 R.
100	„	„	—5,22
150	„	„	—4,64
200	„	„	—3,88
250	„	„	—3,34
382	„	„	—2,40

Nach einer sehr gründlichen Discussion aller Beobachtungen bestimmt Middendorff die allgemeine Temperatur-Zunahme†) für 1 Grad Réaumur zu 100 bis 117 engl. Fußen,

*) Der Kaufmann Fedor Schergin, Verwalter vom Comptoir der russisch-amerikanischen Handlungs-Gesellschaft, fing im Jahr 1828 an in dem Hofe eines dieser Gesellschaft gehörigen Hauses einen Brunnen zu graben. Da er bis zu der Tiefe von 90 Fuß, die er 1830 erreichte, nur gefrorenes Erdreich und kein Wasser fand, so gab er die Arbeit auf: bis der Admiral Wrangel, der auf seinem Wege nach Sitcha im russischen Amerika Jakutsk berührte, und einsah, welches große wissenschaftliche Interesse an die Durchsenkung der unterirdischen Eisschicht geknüpft sei, Herrn Schergin aufforderte das Vertiefen des Schachtes fortzusetzen. So erreichte derselbe bis 1837 volle 382 englische Fuß unter der Oberfläche, immer im Eise bleibend.

†) Middendorff, Reise in Sib. Bd. I. S. 125—133. „Schließen wir," sagt Middendorff, „diejenigen Tiefen aus, welche noch nicht ganz 100 Fuß erreichen, weil sie nach den bisherigen Erfahrungen in Sibirien in den Bereich der jährlichen Temperatur-Veränderungen gehören; so bleiben doch noch solche Anomalien in der partiellen Wärme-Zunahme, daß dieselben für 1° R. von 150 zu 200 F. nur 66, von 250 bis 300 F. dagegen 217 engl. Fuß betragen. Wir müssen uns also bewogen fühlen auszusprechen, daß die bisherigen Ergebnisse der Beobachtung im Schergin-Schachte keinesweges genügen, um mit Sicherheit das Maaß der Temperatur-Zunahme zu bestimmen; daß jedoch (trotz der großen Abweichungen, die in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Erdschichten, in dem störenden Einflusse der äußeren herabsinkenden Luft oder der Tagewasser gegründet sein können) die Temperatur-Zunahme auf 1° R. nicht mehr als 100 bis 117 englische Fuß betrage." Das Resultat 117 engl. Fuß ist das Mittel aus den 6 partiellen Temperatur-Zunahmen (von 50 zu 50 Fuß) zwischen 100 und 382 Fuß Schachttiefe. Vergleiche ich die Luft-Temperatur des Jahres zu Jakutsk (— 8°,13 R.) mit der durch Beobachtung gegebenen mittleren Temperatur des Eises (2°,40 R.) in der größten Tiefe (382 engl. Fuß), so finde ich 66⅔ engl. Fuß für 1° R. Hundert Fuß giebt die Vergleichung des Tiefsten mit der Temperatur, welche in 100 Fuß Schachttiefe herrscht. Aus den scharfsinnigen numerischen Untersuchungen von Middendorff und Peters über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der atmosphärischen Temperatur-Veränderungen, über Kälte- und Wärme-Gipfel (Middend. S. 133—157 und 168—175) folgt: daß in den verschiedenen Bohrlöchern, in den geringen oberen Tiefen von 7 bis 20 Fuß, „ein Steigen der Temperatur vom März bis October, und ein Sinken der Temperatur vom November bis April statt findet, weil Frühjahr und Herbst die Jahreszeiten sind, in welchen die Veränderungen der Luft-Temperatur am bedeutendsten sind" (S. 142 und 145.) Selbst sorgfältig verdeckte Gruben fühlen sich in Nord-Sibirien allmälig aus durch vieljährige Berührung der Luft mit den Schachtwänden. Im Schergin-Schachte hat jedoch in 18 Jahren diese Berührung kaum ½ Grad Temperatur-Erniedrigung hervorgebracht. Eine merkwürdige und bisher unerklärte Erscheinung, die sich auch in dem Schergin-Schachte dargeboten hat, ist die Erwärmung, welche man im Winter bisweilen in den tieferen Schichten allein bemerkt hat, „ohne nachweisbaren Einfluß von außen" (S. 156 und 178). Noch auffallender scheint es mir, daß im Bohrloch zu Wedensk an der Päsina bei einer Luft-Temperatur von —28° R. in der so geringen Tiefe von 5 bis 8 Fuß nur —2°,5 gefunden wurden! Die Isogeothermen, auf deren Richtung Kupffer's scharfsinnige Untersuchungen zuerst geleitet haben (Kosmos 1 Buch S. 113), werden noch lange Zeit ungelöste Probleme darbieten. Die Lösung ist besonders schwierig da, wo das vollständige Durchsinken der Bodeneis-Schicht eine langdauernde Arbeit ist. Als ein bloßes Local-Phänomen, nach des Ober-Hütten-Verwalters Slobin's Ansicht durch die aus Gewässern niedergeschlagenen Erdschichten entstanden, darf jetzt das Bodeneis bei Jakutsk nicht mehr betrachtet werden (Midd. S. 167).

also zu 75 und 88 Pariser Fuß auf 1° des hunderttheiligen Thermometers. Dieses Resultat bezeugt eine schnellere Wärme-Zunahme im Schergin-Schachte, als mehrere sehr übereinstimmende Bohrlöcher im mittleren Europa gegeben haben (s. oben S. 655). Der Unterschied fällt zwischen ¼ und ⅛. Die mittlere jährliche Temperatur von Jakutsk wurde zu −8°,13 R. (−10°,15 cent.) angenommen. Die Oscillation der Sommer- und Winter-Temperatur ist nach Newerow's funfzehnjährigen Beobachtungen (1829 bis 1844) von der Art, daß bisweilen im Juli und August 14 Tage hinter einander die Luftwärme bis 20° und 23°,4 R. (25° und 29°,3 cent.) steigt, wenn in 120 auf einander folgenden Wintertagen (November bis Februar) die Kälte zwischen 33° und 44°,8 (41°,3 und 55°,9 cent.) unter dem Gefrierpunkt schwankt. Nach Maaßgabe der bei Durchsenkung des Bodeneises gefundenen Temperatur-Zunahme ist die Tiefe unter der Erdoberfläche zu berechnen, in welcher die Eisschicht der Temperatur 0°, also der unteren Grenze des gefrorenen Erdreichs, am nächsten ist. Sie würde in dem Schergin-Schacht nach Middendorff's Angabe, welche mit der viel früheren Erman's ganz übereinstimmt, erst in 612 oder 642 Fuß Tiefe gefunden werden. Dagegen schiene nach der Temperatur-Zunahme, welche in den, freilich noch nicht 60 Fuß tiefen und kaum eine Meile von Irkutsk entfernten Mangan-, Schilow- und Dawydow-Gruben, in der hügeligen Kette des linken Lena-Ufers, beobachtet wurde, die Normal-Schicht von 0° schon in 300 Fuß, ja in noch geringerer Tiefe zu liegen.*) Ist diese Ungleichheit der Lage nur scheinbar, weil eine numerische Bestimmung, auf so unbedeutende Schachttiefen gegründet, überaus unsicher ist und die Temperatur-Zunahme nicht immer demselben Gesetze gehorcht? Ist es gewiß, daß, wenn man aus dem Tiefsten des Schergin-Schachtes eine horizontale (söhlige) Strecke viele hundert Lachter weit ins Feld triebe, man in jeder Richtung und Entfernung gefrornes Erdreich und dieses gar mit einer Temperatur von 2½ Grad unter dem Nullpunkt finden würde?

Schrenk hat das Bodeneis in 67°½ Breite im Lande der Samojeden untersucht. Am Pustozenskoy Gorodok wird das Brunnengraben durch Anwendung des Feuers beschleunigt. Mitten im Sommer fand man die Eisschicht schon in 5 Fuß Tiefe. Man konnte sie in der Dicke von 63 Fuß verfolgen, als plötzlich die Arbeit gestört ward. Ueber den nahen Landsee von Ustje konnte man 1813 den ganzen Sommer hindurch in Schlitten fahren.†) Auf meiner sibirischen Expedition mit Ehrenberg und Gustav Rose ließen wir bei Bogoslowsk (Br. 59° 44′), an dem Wege nach den Turjin'schen Gruben ‡), im Ural einen Schurf in einem torfigen Boden graben. In 5 Fuß Tiefe traf man schon auf Eisstücke, die breccienartig mit gefrorener Erde gemengt waren; dann begann dichtes Eis, das in 10 Fuß Tiefe noch nicht durchsenkt wurde.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens: d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet; ist nach Middendorff's scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. Der Einfluß der letzteren ist im ganzen gewiß der entscheidendste; aber die Isogeothermen sind, wie schon Kupffer bemerkt hat, in ihren convexen und concaven Krümmungen nicht den klimatischen Isothermen, welche aus den Temperatur-Mitteln der Atmosphäre bestimmt werden, parallel. Das Eindringen der aus der Atmosphäre tropfbar niedergeschlagenen Dämpfe, das Aufsteigen warmer

*) Middendorff Bd. I. S. 160, 164 und 179. In diesen numerischen Angaben und Vermuthungen über die Dicke des Eisbodens wird eine Zunahme der Temperatur nach arithmetischer Progression der Tiefen vorausgesetzt. Ob in größeren Tiefen eine Verlangsamung der Wärme-Zunahme eintrete, ist theoretisch ungewiß; und daher von spielenden Berechnungen über die Temperatur des Erd-Centrums in Strömung erregenden geschmolzenen heterogenen Gebirgsmassen abzurathen.

†) Schrenk's Reise durch die Tundern der Samojeden 1848 Th. I. S. 597.

‡) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 428.

Quellwasser aus der Tiefe, und die so verschiedene wärmeleitende Kraft des Bodens*) scheinen besonders wirksam zu sein. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Continents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhangender Eisboden vorhanden. Ostwärts in das Flußthal des Obi eintretend, 5 Grade südlicher als das Nordcap, findet man Eisboden in Obdorsk und Beresow. Gegen Ost und Südost nimmt die Kälte des Bodens zu: mit Ausnahme von Tobolsk am Irtisch, wo die Temperatur des Bodens kälter ist als bei dem 1° nördlicheren Witimsk im Lena-Thale. Turuchansk (65° 54′) am Jenesei liegt noch auf ungefrorenem Boden, aber ganz nahe der Grenze des Eisbodens. Amginsk, südöstlich von Jakutsk, hat einen eben so kalten Boden als das 5° nördlichere Obdorsk; eben so ist Olemінsk am Jenisei. Vom Obi bis zum Jenisei scheint sich die Curve des anfangenden Bodeneises wieder um ein paar Breitengrade nordwärts zu erheben: um dann, in ihrem südlich gewandten Verlaufe, das Lena-Thal fast 8° südlicher als den Jenisei zu durchschneiden. Weiter hin in Osten steigt die Linie wiederum in nördlicher Richtung an." †) Kupffer, der die Gruben von Nertschinsk besucht hat, deutet darauf hin, daß, abgesehen von der zusammenhangenden nördlichen Gesammtmasse des Eisbodens, es in südlicheren Gegenden auch ein inselförmiges Auftreten des Phänomens giebt. Im allgemeinen ist dasselbe von den Vegetations-Grenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchses vollkommen unabhängig.

Es ist ein bedeutender Fortschritt unseres Wissens, nach und nach eine generelle, ächt kosmische Uebersicht der Temperatur-Verhältnisse der Erdrinde im nördlichen Theile des alten Continents zu erlangen; und zu erkennen, daß unter verschiedenen Meridianen die Grenze des Bodeneises, wie die Grenzen der mittleren Jahres-Temperatur und des Baumwuchses, in sehr verschiedenen Breiten liegt, wodurch perpetuirliche Wärme-Strömungen im Inneren der Erde erzeugt werden müssen. Im nordwestlichsten Theile von Amerika fand Franklin den Boden, Mitte August, schon in einer Tiefe von 16 Zoll gefroren. Richardson sah an einem östlicheren Punkte der Küste, in 71° 12′ Breite, die Eisschicht im Julius aufgethaut bis 3 Fuß unter der krautbedeckten Oberfläche. Mögen wissenschaftliche Reisende uns bald allgemeiner über die geothermischen Verhältnisse in diesem Erdtheile und in der südlichen Hemisphäre unterrichten! Einsicht in die Verkettung der Phänomene leitet am sichersten auf die Ursachen verwickelt scheinender Anomalien; auf das was man voreilig Ungesetzlichkeit nennt.

c. Magnetische Thätigkeit des Erdkörpers in ihren drei Kraftäußerungen: der Intensität, der Neigung und der Abweichung. — Punkte (magnetische Pole genannt), in denen die Neigung 90° ist. — Curve, auf der keine Neigung beobachtet wird. (Magnetischer Aequator.) — Vier Punkte der größten, aber unter sich verschiedenen Intensität. — Curve der schwächsten Intensität. — Außerordentliche Störungen der Declination (magnetische Gewitter). — Polarlicht.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 90—104; 2. Buch S. 371—372; 3. Buch S. 539 und 540.)

Die magnetische Constitution unseres Planeten kann nur aus den vielfachen Manifestationen der Erdkraft, in so fern sie meßbare Verhältnisse im Raume und in der Zeit darbieten, geschlossen werden. Diese Manifestationen haben das Eigen-

*) Vergl. meines Freundes G. von Helmersen Versuche über die relative Wärme-Leitungsfähigkeit der Felsarten (Mém. de l'Académie de St. Petersbourg: Mélanges physiques et chimiques 1851 p. 32).

†) Middendorf Bd. I. S. 166 verglichen mit S. 179. „Die Curve des anfangenden Eisbodens scheint im Nord-Asien zwei gegen Süden convexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Obi und einen sehr bedeutenden an der Lena, zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Beresow am Obi gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena, und, zum Norden hinansteigend, ostwärts."

also zu 75 und 88 Pariser Fuß auf 1° des hunderttheiligen Thermometers. Dieses Resultat bezeugt eine schnellere Wärme-Zunahme im Schergin-Schachte, als mehrere sehr übereinstimmende Bohrlöcher im mittleren Europa gegeben haben (s. oben S. 655). Der Unterschied fällt zwischen ¼ und ⅛. Die mittlere jährliche Temperatur von Jakutsk wurde zu −8°,13 R. (−10°,15 cent.) angenommen. Die Oscillation der Sommer- und Winter-Temperatur ist nach Newerow's funfzehnjährigen Beobachtungen (1829 bis 1844) von der Art, daß bisweilen im Juli und August 14 Tage hinter einander die Luftwärme bis 20° und 23°,4 R. (25° und 29°,3 cent.) steigt, wenn in 120 auf einander folgenden Wintertagen (November bis Februar) die Kälte zwischen 33° und 44°,8 (41°,3 und 55°,9 cent.) unter dem Gefrierpunkt schwankt. Nach Maaßgabe der bei Durchsenkung des Bodeneises gefundenen Temperatur-Zunahme ist die Tiefe unter der Erdoberfläche zu berechnen, in welcher die Eisschicht der Temperatur 0°, also der unteren Grenze des gefrorenen Erdreichs, am nächsten ist. Sie würde in dem Schergin-Schacht nach Middendorff's Angabe, welche mit der viel früheren Erman's ganz übereinstimmt, erst in 612 oder 642 Fuß Tiefe gefunden werden. Dagegen schiene nach der Temperatur-Zunahme, welche in den, freilich noch nicht 60 Fuß tiefen und kaum eine Meile von Irkutsk entfernten Mangan-, Schilow- und Dawydow-Gruben, in der hügeligen Kette des linken Lena-Ufers, beobachtet wurde, die Normal-Schicht von 0° schon in 300 Fuß, ja in noch geringerer Tiefe zu liegen.*) Ist diese Ungleichheit der Lage nur scheinbar, weil eine numerische Bestimmung, auf so unbedeutende Schachttiefen gegründet, überaus unsicher ist und die Temperatur-Zunahme nicht immer demselben Gesetze gehorcht? Ist es gewiß, daß, wenn man aus dem Tiefsten des Schergin-Schachtes eine horizontale (söhlige) Strecke viele hundert Lachter weit ins Feld triebe, man in jeder Richtung und Entfernung gefrornes Erdreich und dieses gar mit einer Temperatur von 2½ Grad unter dem Nullpunkt finden würde?

Schrenk hat das Bodeneis in 67°½ Breite im Lande der Samojeden untersucht. Am Pustojenskoy Gorodok wird das Brunnengraben durch Anwendung des Feuers beschleunigt. Mitten im Sommer fand man die Eisschicht schon in 5 Fuß Tiefe. Man konnte sie in der Dicke von 63 Fuß verfolgen, als plötzlich die Arbeit gestört ward. Ueber den nahen Landsee von Ustje konnte man 1813 den ganzen Sommer hindurch in Schlitten fahren.†) Auf meiner sibirischen Expedition mit Ehrenberg und Gustav Rose ließen wir bei Bogoslowsk (Br. 59° 44'), an dem Wege nach den Turjin'schen Gruben ‡), im Ural einen Schurf in einem torfigen Boden graben. In 5 Fuß Tiefe traf man schon auf Eisstücke, die breccienartig mit gefrorener Erde gemengt waren; dann begann dichtes Eis, das in 10 Fuß Tiefe noch nicht durchsenkt wurde.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens: d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet; ist nach Middendorff's scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. Der Einfluß der letzteren ist im ganzen gewiß der entscheidendste; aber die Isogeothermen sind, wie schon Kupffer bemerkt hat, in ihren convexen und concaven Krümmungen nicht den klimatischen Isothermen, welche aus den Temperatur-Mitteln der Atmosphäre bestimmt werden, parallel. Das Eindringen der aus der Atmosphäre tropfbar niedergeschlagenen Dämpfe, das Aufsteigen warmer

*) Middendorff Bd. I. S. 160, 164 und 179. In diesen numerischen Angaben und Vermuthungen über die Dicke des Eisbodens wird eine Zunahme der Temperatur nach arithmetischer Progression der Tiefen vorausgesetzt. Ob in größeren Tiefen eine Verlangsamung der Wärme-Zunahme eintrete, ist theoretisch ungewiß; und daher von spielenden Berechnungen über die Temperatur des Erd-Centrums in Strömung erregenden geschmolzenen heterogenen Gebirgsmassen abzurathen.

†) Schrenk's Reise durch die Tundern der Samojeden 1848 Th. I. S. 597.

‡) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 428.

Quellwasser aus der Tiefe, und die so verschiedene wärmeleitende Kraft des Bodens*) scheinen besonders wirksam zu sein. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Continents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhangender Eisboden vorhanden. Ostwärts in das Flußthal des Obi eintretend, 5 Grade südlicher als das Nordcap, findet man Eisboden in Obdorsk und Berefow. Gegen Ost und Südost nimmt die Kälte des Bodens zu: mit Ausnahme von Tobolsk am Irtisch, wo die Temperatur des Bodens kälter ist als bei dem 1° nördlicheren Witimsk im Lena-Thale. Turuchansk (65° 54') am Jenesei liegt noch auf ungefrorenem Boden, aber ganz nahe der Grenze des Eisbodens. Amginsk, südöstlich von Jakutsk, hat einen eben so kalten Boden als das 5° nördlichere Obdorsk; eben so ist Olemінsk am Jenisei. Vom Obi bis zum Jenisei scheint sich die Curve des anfangenden Bodeneises wieder um ein paar Breitengrade nordwärts zu erheben: um dann, in ihrem südlich gewandten Verlaufe, das Lena-Thal fast 8° südlicher als den Jenisei zu durchschneiden. Weiter hin in Osten steigt die Linie wiederum in nördlicher Richtung an." †) Kupffer, der die Gruben von Nertschinsk besucht hat, deutet darauf hin, daß, abgesehen von der zusammenhangenden nördlichen Gesammtmasse des Eisbodens, es in südlicheren Gegenden auch ein inselförmiges Auftreten des Phänomens giebt. Im allgemeinen ist dasselbe von den Vegetations-Grenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchses vollkommen unabhängig.

Es ist ein bedeutender Fortschritt unseres Wissens, nach und nach eine generelle, ächt kosmische Uebersicht der Temperatur-Verhältnisse der Erdrinde im nördlichen Theile des alten Continents zu erlangen; und zu erkennen, daß unter verschiedenen Meridianen die Grenze des Bodeneises, wie die Grenzen der mittleren Jahres-Temperatur und des Baumwuchses, in sehr verschiedenen Breiten liegt, wodurch perpetuirliche Wärme-Strömungen im Inneren der Erde erzeugt werden müssen. Im nordwestlichsten Theile von Amerika fand Franklin den Boden, Mitte August, schon in einer Tiefe von 16 Zoll gefroren. Richardson sah an einem östlicheren Punkte der Küste, in 71° 12' Breite, die Eisschicht im Julius aufgethaut bis 3 Fuß unter der krautbedeckten Oberfläche. Mögen wissenschaftliche Reisende uns bald allgemeiner über die geothermischen Verhältnisse in diesem Erdtheile und in der südlichen Hemisphäre unterrichten! Einsicht in die Verkettung der Phänomene leitet am sichersten auf die Ursachen verwickelt scheinender Anomalien; auf das was man voreilig Ungesetzlichkeit nennt.

c. Magnetische Thätigkeit des Erdkörpers in ihren drei Kraftäußerungen: der Intensität, der Neigung und der Abweichung. — Punkte (magnetische Pole genannt), in denen die Neigung 90° ist. — Curve, auf der keine Neigung beobachtet wird. (Magnetischer Aequator.) — Vier Punkte der größten, aber unter sich verschiedenen Intensität. — Curve der schwächsten Intensität. — Außerordentliche Störungen der Declination (magnetische Gewitter). — Polarlicht.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 90—104; 2. Buch S. 371—372; 3. Buch S. 539 und 540.)

Die magnetische Constitution unseres Planeten kann nur aus den vielfachen Manifestationen der Erdkraft, in so fern sie meßbare Verhältnisse im Raume und in der Zeit darbieten, geschlossen werden. Diese Manifestationen haben das Eigen-

*) Vergl. meines Freundes G. von Helmersen Versuche über die relative Wärme-Leitungsfähigkeit der Felsarten (Mém. de l'Académie de St. Petersbourg: Mélanges physiques et chimiques 1851 p. 32).

†) Middendorf Bd. I. S. 166 verglichen mit S. 179. „Die Curve des anfangenden Eisbodens scheint in Nord-Asien zwei gegen Süden convexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Obi und einen sehr bedeutenden an der Lena, zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Berefow am Obi gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena, und, zum Norden hinansteigend, ostwärts."

thümliche, daß sie ein ewig Veränderliches der Phänomene darbieten, und zwar in einem weit höheren Grade noch als Temperatur, Dampfmenge und electrische Tension der unteren Schichten des Luftkreises. Ein solcher ewiger Wechsel in den mit einander verwandten magnetischen und electrischen Zuständen der Materie unterscheidet auch wesentlich die Phänomene des Electro-Magnetismus von denen, welche durch die primitive Grundkraft der Materie, ihrer Molecular- und Massen-Anziehung bei unveränderten Abständen bedingt werden. Ergründung des Gesetzlichen in dem Veränderlichen ist aber das nächste Ziel aller Untersuchung einer Kraft in der Natur. Wenn auch durch die Arbeiten von Coulomb und Arago erwiesen ist, daß in den verschiedenartigsten Stoffen der electro-magnetische Proceß erweckt werden kann, so zeigt sich in Faraday's glänzender Entdeckung des Diamagnetismus, in den Unterschieden nord-südlicher und ost-westlicher Achsenstellung doch wieder der, aller Massen-Anziehung fremde Einfluß der Heterogeneität der Stoffe. Sauerstoffgas, in eine dünne Glasröhre eingeschlossen, richtet sich unter Einwirkung eines Magneten, paramagnetisch, wie Eisen, nord-südlich; Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlensaures Gas bleiben unerregt; Phosphor, Leder und Holz richten sich, diamagnetisch, äquatorial von Osten nach Westen.

In dem griechischen und römischen Alterthume kannte man: Festhalten des Eisens am Magnetstein; Anziehung und Abstoßung; Fortpflanzung der anziehenden Wirkung durch eherne Gefäße wie auch durch Ringe *), die einander kettenförmig tragen, so lange die Berührung eines Ringes am Magnetstein dauert; Nicht-Anziehen des Holzes oder anderer Metalle als Eisens. Von der polarischen Richtkraft, welche der Magnetismus einem beweglichen, für seinen Einfluß empfänglichen Körper mittheilen könne, wußten die westlichen Völker (Phönicier, Tusker, Griechen und Römer) nichts. Die Kenntniß dieser Richtkraft, welche einen so mächtigen Einfluß auf die Vervollkommnung und Ausdehnung der Schifffahrt ausgeübt, ja dieser materiellen Wichtigkeit wegen so anhaltend zu der Erforschung einer allverbreiteten und doch vorher wenig beachteten Naturkraft angeregt hat, finden wir bei jenen westlichen europäischen Völkern erst seit dem 11ten und 12ten Jahrhunderte. In der Geschichte und Aufzählung der Hauptmomente physischer Weltanschauung †) hat das, was wir hier summarisch unter Einen Gesichtspunkt stellen, mit Angabe der einzelnen Quellen, in mehrere Abschnitte vertheilt werden müssen.

Bei den Chinesen sehen wir Anwendung der magnetischen Richtkraft, Benutzung der Süd- und Nord-Weisung durch auf dem Wasser schwimmende Magnetnadeln bis zu einer Epoche hinaufsteigen, welche vielleicht noch älter ist als die dorische Wanderung und die Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes. Auffallend genug scheint es dann, daß der Gebrauch der Süd-Weisung der Nadel im östlichsten Asien nicht in der Schifffahrt, sondern bei Landreisen angefangen hat. In dem Vordertheil des magnetischen Wagen bewegte eine frei schwimmende Nadel Arm und Hand einer kleinen Figur, welche nach dem Süden hinwies. Ein solcher Apparat, tse-nan (Anzeiger des Südens) genannt, wurde unter der Dynastie der Tschen 1100 Jahre vor unserer Zeitrechnung Gesandten von Tunkin und Cochinchina geschenkt, um ihre Rückkehr durch große Ebenen zu sichern. Der Magnetwagen ‡) bediente man sich noch bis in das

*) Die Hauptstelle von der magnetischen Kette von Ringen ist im Platonischen Jon pag. 533 D, E ed. Steph. Später erwähnen dieser Fortpflanzung der anziehenden Wirkung außer Plinius (XXXIV, 14) und Lucrez (VI, 910) auch Augustinus (de civitate Dei XX 4) und Philo (de Mundi opificio pag. 32 D ed. 1691).

†) Kosmos 1. Buch S. 96, 2. B. S. 325 u. 338.

‡) Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. pag. XL—XLII und Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. pag. 35. Eduard Biot, der die Klaproth'schen Untersuchungen über das Alter des Gebrauchs der Magnetnadel in China durch mühsame bibliographische Studien, theils allein, theils mit Beihülfe meines gelehrten Freundes Stanislas Julien, bekräftigt und erweitert hat, führt eine ältere Tradition an, die sich aber erst bei Schriftstellern aus den ersten christlichen Jahrhunderten findet, nach welcher Magnetwagen schon unter dem Kaiser Hoang-ti gebraucht wurden. Dieser berühmte Monarch soll 2600 Jahre vor unserer Zeitrechnung (d. i. tausend Jahre vor der Vertreibung der Hykos aus Aegypten) regiert haben. Ed. Biot sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII, 1844, p. 362.

15te Jahrhundert nach Chriſtus. Mehrere derſelben wurden im kaiſerlichen Pallaſte aufbewahrt und bei Erbauung buddhiſtiſcher Klöſter zur Orientirung der Hauptſeiten der Gebäude benutzt. Die häufige Anwendung eines magnetiſchen Apparats leitete allmälig die Scharfſinnigeren unter dem Volke auf phyſikaliſche Betrachtungen über die Natur der magnetiſchen Erſcheinungen. Der chineſiſche Lobredner der Magnetnadel, Kuopho (ein Schriftſteller aus dem Zeitalter Conſtantins des Großen), vergleicht, wie ich ſchon an einem andern Orte angeführt, die Anziehungskraft des Magnets mit der des geriebenen Bernſteins. Es iſt nach ihm „wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchweht und pfeilſchnell ſich mitzutheilen vermag.“ Der ſymboliſche Ausdruck Windeshauch erinnert an den gleich ſymboliſchen der Beſeelung, welche im griechiſchen Alterthume der Gründer der ioniſchen Schule, Thales, beiden attractoriſchen Subſtanzen zuſchrieb.*) Seele heißt hier das innere Princip bewegender Thätigkeit.

Da die zu große Beweglichkeit der chineſiſchen ſchwimmenden Nadeln die Beobachtung und das Ableſen erſchweren; ſo wurden ſie ſchon im Anfang des 12ten Jahrhunderts (nach Chr.) durch eine andere Vorrichtung erſetzt, in welcher die nun in der Luft frei ſchwingende Nadel an einem feinen baumwollenen oder ſeidenen Faden hing: ganz nach Art der suspension à la Coulomb, welcher ſich im weſtlichen Europa zuerſt Gilbert bediente. Mit einem ſolchen vervollkommneten Apparate †) beſtimmten die Chineſen ebenfalls ſchon im Beginn des 12ten Jahrhunderts die Quantität der weſtlichen Abweichung, die in dem Theile Aſiens nur ſehr kleine und langſame Veränderungen zu erleiden ſcheint. Von dem Landgebrauche ging endlich der Compaß zur Benutzung auf dem Meere über. Unter der Dynaſtie der Tſin im 4ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung beſuchen chineſiſche Schiffe, vom Compaß geleitet, indiſche Häfen und die Oſtküſte von Afrika.

Schon zwei Jahrhunderte früher, unter der Regierung des Marcus Aurelius Antoninus (An-tun bei den Schriftſtellern der Dynaſtie der Han genannt), waren römiſche Legaten zu Waſſer über Tunkin nach China gekommen. Aber nicht durch eine ſo vorübergehende Verbindung, ſondern erſt als ſich der Gebrauch der Magnetnadel in dem ganzen indiſchen Meere an den perſiſchen und arabiſchen Küſten allgemein verbreitet hatte, wurde derſelbe im zwölften Jahrhundert (ſei es unmittelbar durch den Einfluß der Araber, ſei es durch die Kreuzfahrer, die ſeit 1096 mit Aegypten und dem eigentlichen Orient in Berührung kamen) in das europäiſche Seeweſen übertragen. Bei hiſtoriſchen Unterſuchungen der Art iſt mit Gewißheit nur die Epoche feſtzuſetzen, welche man als die ſpäteſte Grenzzahl betrachten kann. In dem politiſch-ſatiriſchen Gedichte des Guyot von Provins wird (1199) von dem Seecompaß als von einem in der Chriſtenwelt längſt bekannten Werkzeuge geſprochen; eben dies iſt der Fall in der Beſchreibung von Paläſtina, die wir dem Biſchof von Ptolemais, Jacob von Vitry, verdanken und deren Vollendung zwiſchen 1204 und 1215 fällt. Von der Magnetnadel geleitet, ſchifften die Catalanen nach den nord-ſchottiſchen Inſeln wie an die Weſtküſte des tropiſchen Afrika, die Basken auf den Wallfiſchfang, die Normannen nach den Azoren, den Bracir-Inſeln des Picigano. Die ſpaniſchen Leyes de las Partidas (del sabio Rey Don Alonso el nono), aus der erſten Hälfte des

*) Kosmos, I. B. S. 96. Ariſtoteles ſelbſt (de Anima I, 2) ſpricht nur von der Beſeelung des Magnetſteins als einer Meinung des Thales. Diogenes Laertius dehnt aber die Meinung beſtimmt auf den Bernſtein aus, indem er ſagt: „Ariſtoteles und Hippias behaupten von der Lehre des Thales . . . .“ Der Sophiſt Hippias aus Elis, der alles zu wiſſen wähnte, beſchäftigte ſich mit Naturkunde, und ſo auch mit den älteſten Traditionen aus der phyſiologiſchen Schule. Der „anziehende Windeshauch“, welcher, nach dem chineſiſchen Phyſiker Kuopho, „den Magnet und den Bernſtein durchweht“, erinnert, nach Buſchmann's mexicaniſchen Sprachunterſuchungen, an den aztekiſchen Namen für den Magnet: tlalhioanani totl, bedeutend: „der durch den Hauch an ſich ziehende Stein“ (von ihiotl Hauch, Athem, und ana ziehen).

†) Was Klaproth über dieſen merkwürdigen Apparat dem Pentſaſvan entnommen, iſt umſtändlicher in dem Mung-khi-pi-than aufgefunden worden; Comptes rendus T. XIX, p. 365. Warum wird wohl in dieſer letzteren Schrift, wie auch in einem chineſiſchen Kräuterbuche geſagt: die Cypreſſe weiſt nach dem Weſten, und allgemeiner: die Magnetnadel weiſt nach dem Süden? Iſt hier eine üppigere Entwicklung der Zweige nach Sonnenſtand oder vorherrſchender Windrichtung gemeint?

also zu 75 und 88 Pariser Fuß auf 1° des hunderttheiligen Thermometers. Dieses Resultat bezeugt eine schnellere Wärme-Zunahme im Schergin-Schachte, als mehrere sehr übereinstimmende Bohrlöcher im mittleren Europa gegeben haben (s. oben S. 655). Der Unterschied fällt zwischen ¼ und ⅛. Die mittlere jährliche Temperatur von Jakutsk wurde zu −8°,13 R. (−10°,15 cent.) angenommen. Die Oscillation der Sommer- und Winter-Temperatur ist nach Newerow's funfzehnjährigen Beobachtungen (1829 bis 1844) von der Art, daß bisweilen im Juli und August 14 Tage hinter einander die Luftwärme bis 20° und 23°,4 R. (25° und 29°,3 cent.) steigt, wenn in 120 auf einander folgenden Wintertagen (November bis Februar) die Kälte zwischen 33° und 44°,8 (41°,2 und 55°,9 cent.) unter dem Gefrierpunkt schwankt. Nach Maaßgabe der bei Durchsenkung des Bodeneises gefundenen Temperatur-Zunahme ist die Tiefe unter der Erdoberfläche zu berechnen, in welcher die Eisschicht der Temperatur 0°, also der unteren Grenze des gefrorenen Erdreichs, am nächsten ist. Sie würde in dem Schergin-Schacht nach Middendorff's Angabe, welche mit der viel früheren Erman's ganz übereinstimmt, erst in 612 oder 642 Fuß Tiefe gefunden werden. Dagegen schiene nach der Temperatur-Zunahme, welche in den, freilich noch nicht 60 Fuß tiefen und kaum eine Meile von Irkutsk entfernten Mangan-, Schilow- und Dawydow-Gruben, in der hügeligen Kette des linken Lena-Ufers, beobachtet wurde, die Normal-Schicht von 0° schon in 300 Fuß, ja in noch geringerer Tiefe zu liegen.*) Ist diese Ungleichheit der Lage nur scheinbar, weil eine numerische Bestimmung, auf so unbedeutende Schachttiefen gegründet, überaus unsicher ist und die Temperatur-Zunahme nicht immer demselben Gesetze gehorcht? Ist es gewiß, daß, wenn man aus dem Tiefsten des Schergin-Schachtes eine horizontale (söhlige) Strecke viele hundert Lachter weit ins Feld triebe, man in jeder Richtung und Entfernung gefrornes Erdreich und dieses gar mit einer Temperatur von 2½ Grad unter dem Nullpunkt finden würde?

Schrenk hat das Bodeneis in 67°½ Breite im Lande der Samojeden untersucht. Um Pustojenskoy Gorodok wird das Brunnengraben durch Anwendung des Feuers beschleunigt. Mitten im Sommer fand man die Eisschicht schon in 5 Fuß Tiefe. Man konnte sie in der Dicke von 63 Fuß verfolgen, als plötzlich die Arbeit gestört ward. Ueber den nahen Landsee von Ustje konnte man 1813 den ganzen Sommer hindurch in Schlitten fahren.†) Auf meiner sibirischen Expedition mit Ehrenberg und Gustav Rose ließen wir bei Bogoslowsk (Br. 59° 44'), an dem Wege nach den Turjin'schen Gruben ‡), im Ural einen Schurf in einem torfigen Boden graben. In 5 Fuß Tiefe traf man schon auf Eisstücke, die breccienartig mit gefrorener Erde gemengt waren; dann begann dichtes Eis, das in 10 Fuß Tiefe noch nicht durchsenkt wurde.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens: d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet; ist nach Middendorff's scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. Der Einfluß der letzteren ist im ganzen gewiß der entscheidendste; aber die Isogeothermen sind, wie schon Kupffer bemerkt hat, in ihren convexen und concaven Krümmungen nicht den klimatischen Isothermen, welche von den Temperatur-Mitteln der Atmosphäre bestimmt werden, parallel. Das Eindringen der aus der Atmosphäre tropfbar niedergeschlagenen Dämpfe, das Aufsteigen warmer

*) Middendorff Bd. I. S. 160, 164 und 179. In diesen numerischen Angaben und Vermuthungen über die Dicke des Eisbodens wird eine Zunahme der Temperatur nach arithmetischer Progression der Tiefen vorausgesetzt. Ob in größeren Tiefen eine Verlangsamung der Wärme-Zunahme eintrete, ist theoretisch ungewiß; und daher von spielenden Berechnungen über die Temperatur des Erd-Centrums in Strömung begriffener geschmolzener heterogener Gebirgsmassen abzurathen.

†) Schrenk's Reise durch die Tundern der Samojeden 1848 Th. I. S. 597.

‡) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 428.

Quellwasser aus der Tiefe, und die so verschiedene wärmeleitende Kraft des Bodens*) scheinen besonders wirksam zu sein. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Continents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhangender Eisboden vorhanden. Ostwärts in das Flußthal des Obi eintretend, 5 Grade südlicher als das Nordcap, findet man Eisboden in Obdorsk und Beresow. Gegen Ost und Südost nimmt die Kälte des Bodens zu: mit Ausnahme von Tobolsk am Irtisch, wo die Temperatur des Bodens kälter ist als bei dem 1° nördlicheren Witimsk im Lena-Thale. Turuchansk (65° 54') am Jenesei liegt noch auf ungefrorenem Boden, aber ganz nahe der Grenze des Eisbodens. Amginsk, südöstlich von Jakutsk, hat einen eben so kalten Boden als das 5° nördlichere Obdorsk; eben so ist Olekminsk am Jenisei. Vom Obi bis zum Jenisei scheint sich die Curve des anfangenden Bodeneises wieder um ein paar Breitengrade nordwärts zu erheben: um dann, in ihrem südlich gewandten Verlaufe, das Lena-Thal fast 8° südlicher als den Jenisei zu durchschneiden. Weiter hin in Osten steigt die Linie wiederum in nördlicher Richtung an." †) Kupffer, der die Gruben von Nertschinsk besucht hat, deutet darauf hin, daß, abgesehen von der zusammenhangenden nördlichen Gesammtmasse des Eisbodens, es in südlicheren Gegenden auch ein inselförmiges Auftreten des Phänomens giebt. Im allgemeinen ist dasselbe von den Vegetations-Grenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchses vollkommen unabhängig.

Es ist ein bedeutender Fortschritt unseres Wissens, nach und nach eine generelle, ächt kosmische Uebersicht der Temperatur-Verhältnisse der Erdrinde im nördlichen Theile des alten Continents zu erlangen; und zu erkennen, daß unter verschiedenen Meridianen die Grenze des Bodeneises, wie die Grenzen der mittleren Jahres-Temperatur und des Baumwuchses, in sehr verschiedenen Breiten liegt, wodurch perpetuirliche Wärme-Strömungen im Inneren der Erde erzeugt werden müssen. Im nordwestlichsten Theile von Amerika fand Franklin den Boden, Mitte August, schon in einer Tiefe von 16 Zoll gefroren. Richardson sah an einem östlicheren Punkte der Küste, in 71° 12' Breite, die Eisschicht im Julius aufgethaut bis 3 Fuß unter der krautbedeckten Oberfläche. Mögen wissenschaftliche Reisende uns bald allgemeiner über die geothermischen Verhältnisse in diesem Erdtheile und in der südlichen Hemisphäre unterrichten! Einsicht in die Verkettung der Phänomene leitet am sichersten auf die Ursachen verwickelt scheinender Anomalien; auf das was man voreilig Ungesetzlichkeit nennt.

c. Magnetische Thätigkeit des Erdkörpers in ihren drei Kraftäußerungen: der Intensität, der Neigung und der Abweichung. — Punkte (magnetische Pole genannt), in denen die Neigung 90° ist. — Curve, auf der keine Neigung beobachtet wird. (Magnetischer Aequator.) — Vier Punkte der größten, aber unter sich verschiedenen Intensität. — Curve der schwächsten Intensität. — Außerordentliche Störungen der Declination (magnetische Gewitter). — Polarlicht.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 90—104; 2. Buch S. 371—372; 3. Buch S. 539 und 540.)

Die magnetische Constitution unseres Planeten kann nur aus den vielfachen Manifestationen der Erdkraft, in so fern sie meßbare Verhältnisse im Raume und in der Zeit darbieten, geschlossen werden. Diese Manifestationen haben das Eigen-

*) Vergl. meines Freundes G. von Helmersen Versuche über die relative Wärme-Leitungsfähigkeit der Felsarten (Mém. de l'Académie de St. Petersbourg: Mélanges physiques et chimiques 1851 p. 32).

†) Middendorf Bd. I. S. 166 verglichen mit S. 179. „Die Curve des anfangenden Eisbodens scheint in Nord-Asien zwei gegen Süden convexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Obi und einen sehr bedeutenden an der Lena, zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Beresow am Obi gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena, und, zum Norden hinansteigend, ostwärts."

thümliche, daß sie ein ewig Veränderliches der Phänomene darbieten, und zwar in einem weit höheren Grade noch als Temperatur, Dampfmenge und electrische Tension der unteren Schichten des Luftkreises. Ein solcher ewiger Wechsel in den mit einander verwandten magnetischen und electrischen Zuständen der Materie unterscheidet auch wesentlich die Phänomene des Electro-Magnetismus von denen, welche durch die primitive Grundkraft der Materie, ihrer Molecular- und Massen-Anziehung bei unveränderten Abständen bedingt werden. Ergründung des Gesetzlichen in dem Veränderlichen ist aber das nächste Ziel aller Untersuchung einer Kraft in der Natur. Wenn auch durch die Arbeiten von Coulomb und Arago erwiesen ist, daß in den verschiedenartigsten Stoffen der electro-magnetische Proceß erweckt werden kann, so zeigt sich in Faraday's glänzender Entdeckung des Diamagnetismus, in den Unterschieden nord-südlicher und ost-westlicher Achsenstellung doch wieder der, aller Massen-Anziehung fremde Einfluß der Heterogeneität der Stoffe. Sauerstoffgas, in eine dünne Glasröhre eingeschlossen, richtet sich unter Einwirkung eines Magneten, paramagnetisch, wie Eisen, nord-südlich; Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlensaures Gas bleiben unerregt; Phosphor, Leder und Holz richten sich, diamagnetisch, äquatorial von Osten nach Westen.

In dem griechischen und römischen Alterthume kannte man: Festhalten des Eisens am Magnetstein; Anziehung und Abstoßung; Fortpflanzung der anziehenden Wirkung durch eherne Gefäße wie auch durch Ringe*), die einander kettenförmig tragen, so lange die Berührung eines Ringes am Magnetstein dauert; Nicht-Anziehen des Holzes oder anderer Metalle als Eisens. Von der polarischen Richtkraft, welche der Magnetismus einem beweglichen, für seinen Einfluß empfänglichen Körper mittheilen könne, wußten die westlichen Völker (Phönicier, Tusker, Griechen und Römer) nichts. Die Kenntniß dieser Richtkraft, welche einen so mächtigen Einfluß auf die Vervollkommnung und Ausdehnung der Schifffahrt ausgeübt, ja dieser materiellen Wichtigkeit wegen so anhaltend zu der Erforschung einer allverbreiteten und doch vorher wenig beachteten Naturkraft angeregt hat, finden wir bei jenen westlichen europäischen Völkern erst seit dem 11ten und 12ten Jahrhunderte. In der Geschichte und Aufzählung der Hauptmomente physischer Weltanschauung †) hat das, was wir hier summarisch unter Einen Gesichtspunkt stellen, mit Angabe der einzelnen Quellen, in mehrere Abschnitte vertheilt werden müssen.

Bei den Chinesen sehen wir Anwendung der magnetischen Richtkraft, Benutzung der Süd- und Nord-Weisung durch auf dem Wasser schwimmende Magnetnadeln bis zu einer Epoche hinaufsteigen, welche vielleicht noch älter ist als die dorische Wanderung und die Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes. Auffallend genug scheint es dazu, daß der Gebrauch der Süd-Weisung der Nadel im östlichsten Asien nicht in der Schifffahrt, sondern bei Landreisen angefangen hat. In dem Vordertheil der magnetischen Wagen bewegte eine frei schwimmende Nadel Arm und Hand einer kleinen Figur, welche nach dem Süden hinwies. Ein solcher Apparat, Ise-nan (Anzeiger des Südens) genannt, wurde unter der Dynastie der Tschen 1100 Jahre vor unserer Zeitrechnung Gesandten von Tunkin und Cochinchina geschenkt, um ihre Rückkehr durch große Ebenen zu sichern. Der Magnetwagen ‡) bediente man sich noch bis in das

*) Die Hauptstelle von der magnetischen Kette von Ringen ist im Platonischen Jon pag. 533 D, E ed. Steph. Später erwähnen dieser Fortpflanzung der anziehenden Wirkung außer Plinius (XXXIV, 14) und Lucrez (VI, 910) auch Augustinus (de civitate Dei XX 4) und Philo (de Mundi opificio pag. 32 D ed. 1691).

†) Kosmos 1. Buch S. 96, 2. B. S. 325 u. 338.

‡) Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. pag. XL—XLII und Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. pag. 35. Eduard Biot, der die Klaproth'schen Untersuchungen über das Alter des Gebrauchs der Magnetnadel in China durch mühsame bibliographische Studien, theils allein, theils mit Beihülfe meines gelehrten Freundes Stanislas Julien, bekräftigt und erweitert hat, führt eine ältere Tradition an, die sich aber erst bei Schriftstellern aus den ersten christlichen Jahrhunderten findet, nach welcher Magnetwagen schon unter dem Kaiser Hoang-ti gebraucht wurden. Dieser berühmte Monarch soll 2600 Jahre vor unserer Zeitrechnung (d. i. tausend Jahre vor der Vertreibung der Hyksos aus Aegypten) regiert haben. Ed. Biot sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine. In den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XIX, 1844, p. 362.

15te Jahrhundert nach Chriſtus. Mehrere derſelben wurden im kaiſerlichen Pallaſte aufbewahrt und bei Erbauung buddhiſtiſcher Klöſter zur Orientirung der Hauptſeiten der Gebäude benutzt. Die häufige Anwendung eines magnetiſchen Apparats leitete allmälig die Scharfſinnigeren unter dem Volke auf phyſikaliſche Betrachtungen über die Natur der magnetiſchen Erſcheinungen. Der chineſiſche Lobredner der Magnetnadel, Kuopho (ein Schriftſteller aus dem Zeitalter Conſtantins des Großen), vergleicht, wie ich ſchon an einem andern Orte angeführt, die Anziehungskraft des Magnets mit der des geriebenen Bernſteins. Es iſt nach ihm „wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchweht und pfeilſchnell ſich mitzutheilen vermag.“ Der ſymboliſche Ausdruck Windeshauch erinnert an den gleich ſymboliſchen der Beſeelung, welche im griechiſchen Alterthume der Gründer der ioniſchen Schule, Thales, beiden attractoriſchen Subſtanzen zuſchrieb.*) Seele heißt hier das innere Princip bewegender Thätigkeit.

Da die zu große Beweglichkeit der chineſiſchen ſchwimmenden Nadeln die Beobachtung und das Ableſen erſchweren; ſo wurden ſie ſchon im Anfang des 12ten Jahrhunderts (nach Chr.) durch eine andere Vorrichtung erſetzt, in welcher die nun in der Luft frei ſchwingende Nadel an einem feinen baumwollenen oder ſeidenen Faden hing: ganz nach Art der suspension à la Coulomb, welcher ſich im weſtlichen Europa zuerſt Gilbert bediente. Mit einem ſolchen vervollkommneten Apparate†) beſtimmten die Chineſen ebenfalls ſchon im Beginn des 12ten Jahrhunderts die Quantität der weſtlichen Abweichung, die in dem Theile Aſiens nur ſehr kleine und langſame Veränderungen zu erleiden ſcheint. Von dem Landgebrauche ging endlich der Compaß zur Benutzung auf dem Meere über. Unter der Dynaſtie der Tſin im 4ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung beſuchen chineſiſche Schiffe, vom Compaß geleitet, indiſche Häfen und die Oſtküſte von Afrika.

Schon zwei Jahrhunderte früher, unter der Regierung des Marcus Aurelius Antoninus (An-tun bei den Schriftſtellern der Dynaſtie der Han genannt), waren römiſche Legaten zu Waſſer über Tunkin nach China gekommen. Aber nicht durch eine ſo vorübergehende Verbindung, ſondern erſt als ſich der Gebrauch der Magnetnadel in dem ganzen indiſchen Meere an den perſiſchen und arabiſchen Küſten allgemein verbreitet hatte, wurde derſelbe im zwölften Jahrhundert (ſei es unmittelbar durch den Einfluß der Araber, ſei es durch die Kreuzfahrer, die ſeit 1096 mit Aegypten und dem eigentlichen Orient in Berührung kamen) in das europäiſche Seeweſen übertragen. Bei hiſtoriſchen Unterſuchungen der Art iſt mit Gewißheit nur die Epoche feſtzuſetzen, welche man als die ſpäteſte Grenzzahl betrachten kann. In dem politiſch-ſatiriſchen Gedichte des Guyot von Provins wird (1199) von dem Seecompaß als von einem in der Chriſtenwelt längſt bekannten Werkzeuge geſprochen; eben dies iſt der Fall in der Beſchreibung von Paläſtina, die wir dem Biſchof von Ptolemais, Jacob von Vitry, verdanken und deren Vollendung zwiſchen 1204 und 1215 fällt. Von der Magnetnadel geleitet, ſchifften die Catalanen nach den nord-ſchottiſchen Inſeln wie an die Weſtküſte des tropiſchen Afrika, die Basken auf den Wallfiſchfang, die Normannen nach den Azoren, den Bracir-Inſeln des Picigano. Die ſpaniſchen Leyes de las Partidas (del sabio Rey Don Alonso el nono), aus der erſten Hälfte des

---

*) Kosmos, 1. B. S. 96. Ariſtoteles ſelbſt (de Anima I, 2) ſpricht nur von der Beſeelung des Magneteiſens als einer Meinung des Thales. Diogenes Laertius dehnt aber die Meinung beſtimmt auf den Bernſtein aus, indem er ſagt: „Ariſtoteles und Hippias behaupten von der Lehre des Thales . . . .“ Der Sophiſt Hippias aus Elis, der alles zu wiſſen wähnte, beſchäftigte ſich mit Naturkunde, und ſo auch mit den älteſten Traditionen aus der phyſiologiſchen Schule. Der „anziehende Windeshauch“, welcher, nach dem chineſiſchen Phyſiker Kuopho, „den Magnet und den Bernſtein durchwebt“, erinnert, nach Buſchmann's mexicaniſchen Sprachunterſuchungen, an den aztekiſchen Namen für den Magnet: tlalhioanani totl, bedeutend: „der durch den Hauch an ſich ziehende Stein“ (von ihiotl Hauch, Athem, und ana ziehen).

†) Was Klaproth über dieſen merkwürdigen Apparat dem Pentſaoyan entnommen, iſt umſtändlicher in dem Mung-khi-pi-than aufgefunden worden; Comptes rendus T. XIX, p. 865. Warum wird wohl in dieſer letzteren Schrift, wie auch in einem chineſiſchen Kräuterbuche geſagt: die Cypreſſe weiſt nach dem Weſten, und allgemeiner: die Magnetnadel weiſt nach dem Süden? Iſt hier eine üppigere Entwicklung der Zweige nach Sonnenſtand oder vorherrſchender Windrichtung gemeint?

kannt. Sie schätzten nach dem Augenmaaße die Geschwindigkeit des Schiffes, und fanden die Länge des Weges durch das Ablaufen des Sandes in den ampolletas. Neben der alleinigen und so früh benutzten Elemente der Magnetkraft, der horizontalen Abweichung vom Nordpole, wurde endlich (1576) auch das zweite Element, die Neigung, gemessen. Robert Normann hat zuerst an einem selbsterfundenen Inclinatorium die Neigung der Magnetnadel in London mit nicht geringer Genauigkeit bestimmt. Es vergingen noch zweihundert Jahre, ehe man das dritte Element, die Intensität der magnetischen Erdkraft, zu messen versuchte.

Ein von Galilei bewunderter Mann, dessen Verdienst Baco gänzlich verkannte, William Gilbert, hatte an dem Ende des sechzehnten Jahrhunderts eine erste großartige Ansicht*) von der magnetischen Erdkraft aufgestellt. Er unterschied zuerst deutlich in ihren Wirkungen Magnetismus von Electricität, hielt aber beide für Emanationen der einigen, aller Materie als solcher inwohnenden Grundkraft. Er hat, wie es der Genius vermag, aus schwachen Analogien vieles glücklich geahndet; ja nach den klaren Begriffen, die er sich von dem tellurischen Magnetismus (de magno magnete tellure) machte, schrieb er schon die Entstehung der Pole in den senkrechten Eisenstangen am Kreuz alter Kirchthürme der Mittheilung der Erdkraft zu. Er lehrte in Europa zuerst durch Streichen mit dem Magnetsteine Eisen magnetisch machen, was freilich die Chinesen fast 500 Jahre früher wußten.†) Dem Stahle gab schon damals Gilbert den Vorzug vor dem weichen Eisen, weil jener die mitgetheilte Kraft dauerhafter sich aneigne und für längere Zeit ein Träger des Magnetismus werden könne.

In dem Laufe des 17ten Jahrhunderts vermehrte die, durch vervollkommnete Bestimmung der Wegrichtung und Weglänge so weit ausgedehnte Schifffahrt der Niederländer, Briten, Spanier und Franzosen die Kenntniß der Abweichungslinien, welche, wie eben bemerkt, der Pater Acosta in ein System zu bringen versucht hatte.‡) Cornelius Schouten bezeichnete 1616 mitten in der Südsee, südöstlich von den Marquesas-Inseln, Punkte, in denen die Variation null ist. Noch jetzt liegt in dieser Region das sonderbare geschlossene isogonische System, in welchem jede Gruppe der innern concentrischen Curven eine geringere Abweichung zeigt.§) Der Eifer Längen-Methoden nicht bloß durch die Variation, sondern auch durch die Inclination zu finden (solchen Gebrauch der Inclination §) bei bedecktem, sternenleerem Himmel, sein caliginoso, nannte Wright „vieles Goldes werth"), leitete auf Vervielfältigung der Construction magnetischer Apparate und belebte zugleich die Thätigkeit der Beobachter. Der Jesuit Cabeus aus Ferrara, Ridley, Lieutaud (1668) und Henry Bond (1676) zeichneten sich auf diesem Wege aus. Der Streit zwischen dem Letztgenannten und Beckborrow hat vielleicht, sammt Acosta's Ansicht von vier Linien ohne Abweichung, welche die ganze Erdoberfläche theilen sollen, auf Halley's, schon 1683 entworfene Theorie von vier magnetischen Polen oder Convergenzpunkten Einfluß gehabt.

Halley bezeichnet eine wichtige Epoche in der Geschichte des tellurischen Magnetismus.

---

*) Vergl. Kosmos 1. Buch S. 90 und 91; 2. B. S. 371, 375 und 376. Calamitico wegen der Gestalt eines Laubfrosches der ersten Compaß-Nadeln.

†) Vergl. Gilbert, Physiologia nova de Magnete lib. III cap. 8 p. 124. Daß Magnetismus dem Eisen langdauernd mitgetheilt werden kann, sagt im allgemeinen, doch ohne des Streichens zu erwähnen, schon Plinius (Kosmos 1. Buch S. 92). Merkwürdig ist Gilbert's Bestreitung der: „vulgaris opinio de monitibus magneteis antrupe aliqua magnetica, de polo phantastico a polo mundi distante" (l. c. p. 42 und 98). Die Veränderlichkeit und das Fortschreiten der magnetischen Linien waren ihm noch ganz unbekannt: „varietas uniuscujusque loci constans est"; l. c. p. 42, 98, 152 und 153.

‡) Historia natural de las Indias lib. I cap. 17.

§) Kosmos 1. Buch S. 93.

§) Ich habe durch Anführung eigener, sehr vervielfältiger Inclinations-Beobachtungen, die ich in der Südsee angestellt, erwiesen, unter welchen Bedingungen die Inclination von wichtigem praktischen Nutzen zu Zeit-Bestimmungen zur Zeit der an der peruanischen Küste herrschenden, Sonne und Sterne verdunkelnden grauen sein kann (Kosmos 1. Buch S. 99). Der Jesuit Cabeus, Verfasser der Philosophia magnetica (in qua nova quaedam pyxis explicatur, quae poli elevationem ubique demonstrat), hat auch schon in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt.

In jeder Hemisphäre nahm er einen stärkeren und einen schwächeren magnetischen Pol an, also vier Punkte mit 90° Inclination der Nadel: gerade wie man jetzt unter den vier Punkten der größten Intensität in jeder Hemisphäre eine analoge Ungleichheit in dem erreichten Maximum der Intensität, d. h. der Geschwindigkeit der Schwingungen der Nadel in der Richtung des magnetischen Meridians, findet. Der stärkste aller vier Halley'schen Pole sollte in 70° südlicher Breite, 120° östlich von Greenwich, also fast im Meridian von König Georgs Sund in Neu-Holland (Nuyt's Land), gelegen sein.*) Halley's drei Seereisen in den Jahren 1698, 1699 und 1702 folgten auf den Entwurf einer Theorie, die sich nur auf seine sieben Jahr frühere Reise nach St. Helena, wie auf unvollkommene Variations-Beobachtungen von Baffin, Hudson und Cornelius von Schouten gründen konnte. Es waren die ersten Expeditionen, welche eine Regierung zu einem großen wissenschaftlichen Zwecke, zur Ergründung eines Elements der Erdkraft, unternehmen ließ, von dem die Sicherheit der Schiffsführung vorzugsweise abhängig ist. Da Halley bis zum 52sten Grade jenseits des Aequators vordrang, so konnte er die erste umfangreiche Variations-Karte construiren. Sie gewährt für die theoretischen Arbeiten des 19ten Jahrhunderts die Möglichkeit einen, der Zeit nach freilich nicht sehr fernen Vergleichungspunkt für die fortschreitende Bewegung der Abweichungs-Curven darzubieten.

Es ist ein glückliches Unternehmen Halley's gewesen, die Punkte gleicher Abweichung durch Linien †) mit einander graphisch verbunden zu haben. Dadurch ist zuerst Uebersicht und Klarheit in die Einsicht von dem Zusammenhange der aufgehäuften Resultate gebracht worden. Meine, von den Physikern früh begünstigten Isothermen, d. h. Linien gleicher Wärme (mittlerer Jahres-, Sommer- und Winter-Temperatur) sind ganz nach Analogie von Halley's isogonischen Curven geformt. Sie haben den Zweck, besonders nach der Ausdehnung und großen Vervollkommnung, welche Dove denselben gegeben, Klarheit über die Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper, und die hauptsächliche Abhängigkeit dieser Vertheilung von der Gestaltung des Festen und Flüssigen, von der gegenseitigen Lage der Continental-Massen und der Meere zu verbreiten. Halley's rein wissenschaftliche Expeditionen stehen um so isolirter da, als sie nicht wie so viele folgende Expeditionen, auf Kosten des Staats unternommene, geographische Entdeckungsreisen waren. Sie haben dazu, neben den Ergebnissen über den tellurischen Magnetismus, auch als Frucht des früheren Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, einen wichtigen Catalog südlicher Sterne geliefert: ja den ersten, welcher überhaupt unternommen worden ist, seitdem nach Morin's und Gascoigne's Vorgange Fernröhre mit messenden Instrumenten verbunden wurden. ‡)

So wie das 17te Jahrhundert sich durch Fortschritte auszeichnete in der gründlicheren Kenntniß der Lage der Abweichungslinien, und den ersten theoretischen Versuch ihre Convergenzpunkte als Magnetpole zu bestimmen; so lieferte das 18te Jahrhundert die Entdeckung der stündlichen periodischen Veränderung der Abweichung. Graham in London hat das unbestrittene Verdienst (1722) diese stündlichen Variationen zuerst genau und ausdauernd beobachtet zu haben. In schriftlichem Verkehr mit ihm erweiterten ||) Celsius und Hiörter in Upsala die Kenntniß dieser Erscheinung. Erst

*) Edmund Halley in den Philos. Transact. for 1683 Vol. XII. No. 148 p. 216.

†) Solche Linien, von ihm tractus chalyboeliticos genannt, hatte auch der Pater Christoph Burrus in Lissabon auf eine Karte getragen, die er dem König von Spanien zur Auffindung und Bestimmung der Seelänge für einen übergroßen Preis anbot: wie Kircher in seinem Magnes ed. 2. p. 443 erzählt. Der allerersten Variations-Karte von 1530 ist bereits oben (S. 665) Erwähnung geschehen.

‡) Noch 20 Jahre später als Halley auf St. Helena seinen Catalog südlicher Sterne (leider! keines unter der 6ten Größe) anfertigte, rühmte sich Hevelius im Firmamentum Sobesciauum, kein Fernrohr anzuwenden und durch Spaltöffnungen zu beobachten. Halley wohnte 1679, als er Danzig besuchte, diesen Beobachtungen, deren Genauigkeit er übrigens übermäßig anrühmte, bei. Kosmos 3. B. S. 406, 443 und 503.

||) Spuren der täglichen und stündlichen Veränderlichkeit der magnetischen Abweichung hatten bereits in London Hellibrand (1634) und in Siam der Pater Tachard (1682) erkannt.

Brugmans und, mit mehr mathematischem Sinne begabt, Coulomb (1784—1788) drangen tief in das Wesen des tellurischen Magnetismus ein. Ihre scharfsinnigen physikalischen Versuche umfaßten die magnetische Anziehung aller Materie, die räumliche Vertheilung der Kraft in einem Magnetstabe von gegebener Form, und das Gesetz der Wirkung in der Ferne. Um genaue Resultate zu erlangen, wurden bald Schwingungen einer an einem Faden aufgehängten horizontalen Nadel, bald Ablenkung durch die Drehwage, balance de torsion, angewandt.

Die Einsicht in die Intensitäts-Verschiedenheit der magnetischen Erdkraft an verschiedenen Punkten der Erde, durch die Schwingungen einer senkrechten Nadel im magnetischen Meridian gemessen, verdankt die Wissenschaft allein dem Scharfsinn des Chevalier Borda: nicht durch eigene geglückte Versuche, sondern durch Gedankenverbindung und beharrlichen Einfluß auf Reisende, die sich zu fernen Expeditionen rüsten. Seine lang gehegten Vermuthungen wurden zuerst durch Lamanon, den Begleiter von La Pérouse, mittelst Beobachtungen aus den Jahren 1785—1787 bestätigt. Es blieben dieselben, obgleich schon seit dem Sommer des letztgenannten Jahres in ihrem Resultate dem Secretär der Académie des Sciences, Condorcet, bekannt, unbeachtet und unveröffentlicht. Die erste und darum freilich unvollständige Erkennung des wichtigen Gesetzes der mit der magnetischen Breite veränderlichen Intensität gehört*) unbestritten der unglücklichen, wissenschaftlich so wohl ausgerüsteten Expedition von La Pérouse; aber das Gesetz selbst hat, wie ich glaube mir schmeicheln zu dürfen, erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804 im südlichen Frankreich, in Spanien, auf den canarischen Inseln, in dem Inneren des tropischen Amerika's (nördlich und südlich vom Aequator), in dem atlantischen Ocean und der Südsee. Die gelehrten Reisen von Le Gentil, Feuillée und Lacaille; der erste Versuch einer Neigungs-Karte von Wilke (1768); die denkwürdigen Weltumsegelungen von Bougainville, Cook und Vancouver haben, wenn gleich mit Instrumenten von sehr ungleicher Genauigkeit, das vorher sehr vernachlässigte und zur Begründung der Theorie des Erd-Magnetismus so wichtige Element der Inclination an vielen Punkten, freilich sehr ungleichzeitig, und mehr an den Küsten oder auf dem Meere als im Inneren der Continente, ergründet. Gegen das Ende des 18ten Jahrhunderts wurde durch die, mit vollkommneren Instrumenten angestellten stationären Declinations-Beobachtungen von Cassini, Gilpin und Beaufoy (1784 bis 1790), ein periodischer Einfluß der Stunden wie der Jahreszeiten bestimmt erwiesen, und so die Thätigkeit in magnetischen Untersuchungen allgemeiner belebt.

Diese Belebung nahm in dem 19ten Jahrhundert, von welchem nur erst eine Hälfte verflossen ist, einen, von allem unterschiedenen, eigenthümlichen Charakter an. Es besteht derselbe in einem fast gleichzeitigen Fortschreiten in sämmtlichen Theilen der Lehre vom tellurischen Magnetismus: umfassend die numerische Bestimmung der Intensität der Kraft, der Inclination und der Abweichung; in physikalischen Entdeckungen über die Erregung und das Maaß der Vertheilung des Magnetismus; in der ersten und glänzenden Entwerfung einer Theorie des tellurischen Magnetismus von Friedrich Gauß, auf strenge mathematische Gedankenverbindung gegründet. Die Mittel, welche zu diesen Ergebnissen führten, waren: Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden; wissenschaftliche Expeditionen zur See, in Zahl und Größe, wie sie kein anderes Jahrhundert gesehen: sorgfältig ausgerüstet auf Kosten der Regierungen, begünstigt durch glückliche Auswahl der Führer und der sie begleitenden Beobachter; einige Landreisen, welche, tief in das Innere der Continente eingedrungen, die Phänomene des tellurischen Magnetismus

*) Vergl. Kosmos 1. Buch S. 95. Die vortreffliche Construction der, nach Borda's Angabe zuerst von Lenoir angefertigten Boussole d'Inclinaison, die Möglichkeit freier und langer Schwingungen der Nadel, die so sehr verminderte Reibung der Zapfen, und die richtige Aufstellung des mit Libellen versehenen Instrumentes haben die genaue Messung der Erdkraft unter verschiedenen Zonen zuerst möglich gemacht.

erklären konnten; eine große Zahl fixer Stationen, theilweise in beiden Hemisphären, nach correspondirenden Orts-Breiten und oft in fast antipodischen Längen gegründet. Diese magnetischen und zugleich meteorologischen Observatorien bilden gleichsam ein Netz über die Erdfläche. Durch scharfsinnige Combination der auf Staatskosten in Rußland und England veröffentlichten Beobachtungen sind wichtige und unerwartete Resultate geliefert worden. Die Gesetzlichkeit der Kraftäußerung — der nächste, nicht der letzte Zweck aller Forschungen, — ist bereits in vielen einzelnen Phasen der Erscheinung befriedigend ergründet worden. Was auf dem Wege des physikalischen Experimentirens von den Beziehungen des Erd-Magnetismus zur bewegten Electricität, zur strahlenden Wärme und zum Lichte; was von den, spät erst verallgemeinerten Erscheinungen des Diamagnetismus und von der specifischen Eigenschaft des atmosphärischen Sauerstoffs, Polarität anzunehmen, entdeckt wurde: eröffnet wenigstens die frohe Aussicht, der Natur der Magnetkraft selbst näher zu treten.

Um das Lob zu rechtfertigen, das wir im allgemeinen über die magnetischen Arbeiten der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts ausgesprochen, nenne ich hier aphoristisch, wie es das Wesen und die Form dieser Schrift mit sich bringen, die Hauptmomente der einzelnen Bestrebungen. Es haben dieselben einander wechselseitig hervorgerufen: daher ich sie bald chronologisch an einander reihe, bald gruppenweise vereinige.*)

1803—1806 Krusenstern's Reise um die Welt (1812); der magnetische und astronomische Theil ist von Horner (Bd. III. S. 317.)

1804 Erforschung des Gesetzes der von dem magnetischen Aequator gegen Norden und Süden hin zunehmenden Intensität der tellurischen Magnetkraft, gegründet auf Beobachtungen von 1799 bis 1804. (Humboldt Voyage aux Regions équinoxiales du Nouveau Continent T. III. p. 615—623; Lametherie Journal de Physique T. LXIX. 1804 p. 433, mit dem ersten Entwurf einer Intensitäts-Karte; Kosmos 1. B. S. 95.) Spätere Beobachtungen haben gezeigt, daß das Minimum der Intensität nicht dem magnetischen Aequator entspricht, und daß die Vermehrung der Intensität sich in beiden Hemisphären nicht bis zum Magnetpol erstreckt.

1805—1806 Gay Lussac und Humboldt Intensitäts-Beobachtungen im südlichen Frankreich, in Italien, der Schweiz und Deutschland. Memoires de la Société d'Arcueil T. I. p. 1—22. Vergl. die Beobachtungen von Quetelet 1830 und 1839 mit einer Carte de l'intensité magnétique horizontale entre Paris et Naples in den Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XIV.; die Beobachtungen von Forbes in Deutschland, Flandern und Italien 1832 und 1837 (Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XV. p. 27); die überaus genauen Beobachtungen von Rudberg in Frankreich, Deutschland und Schweden 1832; die Beobachtungen von Dr Bache (Director of the Coast-Survey of the United States) 1837 und 1840 in 21 Stationen, zugleich für Inclination und Intensität.

1806—1807 Eine lange Reihe von Beobachtungen, zu Berlin über die stündlichen Variationen der Abweichung und über die Wiederkehr magnetischer Ungewitter (Perturbationen) von Humboldt und Oltmanns angestellt: hauptsächlich in den Solstitien und Aequinoctien; 5 bis 6, ja bisweilen 9 Tage und eben so viele Nächte hinter einander; mittelst eines Prony'schen magnetischen Fernrohrs, das Bogen von 7 bis 8 Secunden unterscheiden ließ.

1812 Morichini zu Rom behauptet, daß unmagnetische Stahlnadeln durch Contact des (violetten) Lichts magnetisch werden. Ueber den langen Streit, den diese Behauptung und die scharfsinnigen Versuche von Mary Somerville bis zu den ganz negativen Resultaten von Rieß und Moser erregt haben, s. Sir David Brewster Treatise of Magnetism 1837 p. 48.

1815—1818
1823—1826 Die zwei Weltumsegelungen von Otto von Kotzebue: die erste auf der Rurik; die zweite, um fünf Jahre spätere, auf dem Predprijatie.

*) Die Zahlen, mit welchen die folgende Tafel anhebt (z. B. 1803—1806), deuten auf die Epoche der Beobachtung; die in Klammern dem Titel der Schriften beigefügten Zahlen aber auf die, oft sehr verspätete Veröffentlichung der Beobachtungen.

allgemein maaßgebend getadelt worden, weil die Linie ohne Inclination *) gar nicht die Punkte der schwächsten Intensität mit einander verbindet (Sabine in den Phil. Transact. for 1846 P. III. p 254 und im Manual of Scient. Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 17).

1828—1829 Reise von Hansteen, und Due: magnetische Beobachtungen im europäischen Rußland und dem östlichen Sibirien bis Irkutsk.

1828—1830 Adolf Erman Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane, auf der russischen Fregatte Krotkoi. Identität der angewandten Instrumente, Gleichheit der Methode und Genauigkeit der astronomischen Ortsbestimmungen schon dieser, auf Privatkosten von einem gründlich unterrichteten und geübten Beobachter ausgeführten Unternehmen einen dauernden Ruhm. Vergl. die auf Erman's Beobachtungen gegründete allgemeine Declinations-Karte im Report of the Committee relat. to the arctic Expedition 1840 Pl. III.

1828—1829 Humboldt's Fortsetzung der 1800 und 1807 in Solstitien und Aequinoctien begonnenen Beobachtungen über stündliche Declination und die Epochen außerordentlicher Perturbationen, in einem eigens dazu erbauten magnetischen Hause zu Berlin mittelst einer Boussole von Gambey. Correspondirende Messungen zu Petersburg, Nikolajew, und in den Gruben zu Freiberg (vom Prof. Reich) 216 Fuß unter der Erdoberfläche. Dove und Rieß haben die Arbeit bis Nov. 1830 über Abweichung und Intensität der horizontalen Magnetkraft fortgesetzt (Poggend. Ann. Bd. XV. S. 318—336, Bd. XIX. S. 375—391 mit 16 Tabellen, Bd. XX. S. 545—555).

1829–1834 Der Botaniker David Douglas, welcher seinen Tod in Owhyhee in einer Fallgrube fand, in welche vor ihm ein wilder Stier herabgestürzt war, machte eine schöne Reihe von Declinations- und Intensitäts-Beobachtungen an der Nordwest-Küste von Amerika und auf den Sandwich-Inseln bis am Rande des Kraters von Kiraueah. (Sabine Meeting at Liverpool p. 27—32).

1829 Kupffer Voyage au Mont Elbrouz dans le Caucase (p. 68 und 115).

1829 Humboldt magnetische Beobachtungen über den tellurischen Magnetismus, mit gleichzeitigen astronomischen Ortsbestimmungen, gesammelt auf einer Reise im nördlichen Asien auf Befehl des Kaisers Nicolaus zwischen den Längen von 11° 3′ bis 80° 17′ östlich von Paris, nahe am Dzaisan-See; wie zwischen den Breiten von 45° 43′ (Insel Birutschicassa im caspischen Meere) bis 58° 52′ im nördlichen Ural bei Werchoturie. (Asie centrale T. III. p. 440—478).

1829 Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg genehmigt Humboldt's Antrag auf Errichtung magnetischer und meteorologischer Stationen in den verschiedensten klimatischen Zonen des europäischen und asiatischen Rußlands, wie auf die Erbauung eines physikalischen Central-Observatoriums in der Hauptstadt des Reichs unter der, immer gleich thätigen, wissenschaftlichen Leitung des Professor Kupffer. (Vergl. Kosmos 1. Buch S. 98; Kupffer Rapport adressé à l'Acad. de St. Pétersbourg relatif à l'Observatoire physique central, fondé auprès du Corps des Mines, in Schum. Astr. Nachr. No. 726; derselbe Annales magnétiques p. XI.) Durch das ausdauernde Wohlwollen, welches der Finanz-Minister Graf von Cancrin jedem großartigen scientifischen Unternehmen schenkte, konnte ein Theil der gleichzeitigen correspondirenden †) Beobachtungen zwischen dem weißen Meere und der Krim, zwischen dem fünf-

*) „Before the practice was adopted of determining *absolute values*, the most generally used scale (and which still continues to be very frequently referred to) was founded on the time of vibration observed by Mr. de Humboldt about the commencement of the present century ad a station in the Andes of South America, where the direction of the dipping-needle was horizontal, a condition which was for some time erroneously supposed to be an indication of the minimum of magnetic force at the Earth's surface. From a comparison of the times of vibration of Mr. de Humboldt's needle in South America and in Paris, the ratio of the magnetic force at Paris, to what was supposed to be its minimum, was inferred (1,348); and from the results so *obtained*, combined with a similar comparison made by myself between Paris and London in 1827 with several magnets, the ratio of the force in London to that of Mr. de Humboldt's original station in South America has been inferred to be 1,372 to 1,000. This is the origin of the number (1,372), which has been generally employed by British observers. By *absolute* measurements we are not only enabled to compare numerically with one another the results of experiments made in the most distant parts of the globe, with apparatus not previously compared, but we also furnish the means of comparing hereafter the intensity which exists at the present epoch, with that which may be found at future periods." Sabine im Manual for the use of the British Navy 1849 p. 17.

†) Das erste Bedürfniß verabredeter gleich-

ſcheinungen folgten Ampère's geiſtreiche theoretiſche Combinationen über die electromagnetiſchen Wechſelwirkungen der Moleculen ponderabler Körper. Dieſe Combinationen wurden durch eine Reihe neuer und ſcharfſinniger Apparate unterſtützt, und führten zur Kenntniß von Geſetzen in vielen bis dahin oft widerſprechend ſcheinenden Phänomenen des Magnetismus.

1820—1824 Ferdinand von Wrangel und Anjou Reiſe nach den Nordküſten von Sibirien und auf dem Eismeere. (Wichtige Erſcheinungen des Polarlichts ſ. Th. II. S. 259.)

1820 Scoresby Account of the Arctic regions (Intenſitäts-Verſuche Vol. II. p. 537—554).

1821 Seebeck's Entdeckung des Thermo-Magnetismus und der Thermo-Electricität Berührung zweier ungleich erwärmter Metalle (zuerſt Wismuth und Kupfer) oder Temperatur-Differenzen in den einzelnen Theilen eines gleichartigen metalliſchen Ringes werden als Quellen der Erregung magneto electriſcher Strömungen erkannt.

1821—1823 Weddel Reiſe in das ſüdliche Polarmeer, bis Br. 74° 15′ S.

1822—1823 Sabine's zwei wichtige Expeditionen zur genauen Beſtimmung der magnetiſchen Intenſität und der Länge des Pendels unter verſchiedenen Breiten (Oſtküſte von Afrika bis zum Aequator, Braſilien, Havana, Grönland bis Br. 74° 23′, Norwegen und Spitzbergen unter Br. 79° 50′). Es erſchien über dieſe vielumfaſſende Arbeit erſt 1824: Account of Experiments to determine the Figure of the Earth p. 460—509.

1824 Eriſſon magnetiſche Beobachtungen längs den Ufern der Oſtſee.

1825 Arago entdeckt den Rotations-Magnetismus. Die erſte Veranlaſſung zu dieſer unerwarteten Entdeckung gab ihm, am Abhange des Greenwicher Hügels, ſeine Wahrnehmung der abnehmenden Oſcillations-Dauer einer Inclinations-Nadel durch Einwirkung naher unmagnetiſcher Stoffe. In Arago's Rotations-Verſuchen wirken auf die Schwingungen der Nadel Waſſer, Eis, Glas, Kohle und Queckſilber.*)

1825—1827 Magnetiſche Beobachtungen von Bouſſingault in verſchiedenen Theilen von Südamerika (Marmato, Quito).

1826—1827 Intenſitäts-Beobachtungen von Keilhau in 20 Stationen (in Finmarken, auf Spitzbergen und der Bären-Inſel); von Keilhau und Boeck in Süd-Deutſchland und Italien (Schum. Aſtr. Nachr. No. 146).

1826—1829 Admiral Lütke Reiſe um die Welt. Der magnetiſche Theil iſt mit großer Sorgfalt bearbeitet 1834 von Lenz. (S. Partie nautique du Voyage 1836.)

1826—1830 Cap. Philip Parker King Beobachtungen in den ſüdlichen Theilen der Oſt- und Weſtküſte von Südamerika (Braſilien, Montevideo, der Magellans-Straße, Chiloe und Valparaiſo).

1827—1839 Quetelet État du Magnétisme terrestre (Bruxellee) pendant douze années. Sehr genaue Beobachtungen.

1827 Sabine über Ergründung der relativen Intenſität der magnetiſchen Erdkraft in Paris und London. Eine analoge Vergleichung von Paris und Chriſtiania (1825 und 1828) geſchah von Hanſteen. Meeting of the British Association at Liverpool 1837 p. 19—23. Die vielen von franzöſiſchen, engliſchen und nordiſchen Reiſenden gelieferten Reſultate der Intenſität haben zuerſt mit unter ſich verglichenen, an den genannten drei Orten oſcillirenden Nadeln in numeriſchen Zuſammenhang gebracht und als Verhältnißwerthe aufgeſtellt werden können. Die Zahlen ſind: für Paris 1,348: von mir; für London 1,372: von Sabine; für Chriſtiania 1,423: von Hanſteen gefunden. Alle beziehen ſich auf die Intenſität der Magnetkraft in einem Punkte des magnetiſchen Aequators (der Curve ohne Inclination), der die peruaniſchen Cordilleren zwiſchen Micuipampa und Caxamarca durchſchneidet: unter ſüdlicher Br. 7° 2′ und weſtlicher Länge 81° 8′, wo die Intenſität von mir = 1,000 geſetzt wurde. Die Beziehung auf dieſen Punkt (Humboldt Recueil d'Observ. astr. Vol. II. p. 382—385 und Voyage aux Regions equin. T. III p. 622) hat vierzig Jahre lang den Reductionen in allen Intenſitäts-Tabellen zum Grunde gelegen (Gay-Luſſac in den Mém. de la Société d'Arcueil T. I. 1807 p. 21; Hanſteen über den Magnetismus der Erde 1819 S. 71; Sabine im Rep. of the British Association at Liverpool p. 43—58). Sie iſt aber in neuerer Zeit mit Recht als nicht

*) Kosmos 1. Buch S. 91.

allgemein maaßgebend getadelt worden, weil die Linie ohne Inclination *) gar nicht die Punkte der ſchwächſten Intenſität mit einander verbindet (Sabine in den Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 254 und im Manual of Scient. Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 17).

1828—1829 Reiſe von Hanſteen, und Due: magnetiſche Beobachtungen im europäiſchen Rußland und dem öſtlichen Sibirien bis Irkutſk.

1828—1830 Adolf Erman Reiſe um die Erde durch Nord-Aſien und die beiden Oceane, auf der ruſſiſchen Fregatte Krotkoi. Identität der angewandten Inſtrumente, Gleichheit der Methode und Genauigkeit der aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen ſichern dieſem, auf Privatkoſten von einem gründlich unterrichteten und geübten Beobachter ausgeführten Unternehmen einen dauernden Ruhm. Vergl. die auf Erman's Beobachtungen gegründete allgemeine Declinations-Karte im Report of the Committee relat. to the arctic Expedition 1840 Pl. III.

1828—1829 Humboldt's Fortſetzung der 1800 und 1807 in Solſtitien und Aequinoctien begonnenen Beobachtungen über ſtündliche Declination und die Epochen außerordentlicher Perturbationen, in einem eigens dazu erbauten magnetiſchen Hauſe zu Berlin mittelſt einer Bouſſole von Gambey. Correſpondirende Meſſungen zu Petersburg, Nikolajew, und in den Gruben zu Freiberg (vom Prof. Reich) 216 Fuß unter der Erdoberfläche. Dove und Rieß haben die Arbeit bis Nov. 1830 über Abweichung und Intenſität der horizontalen Magnetkraft fortgeſetzt (Poggend. Ann. Bd. XV. S. 318—336, Bd. XIX. S. 375—391 mit 16 Tabellen, Bd. XX. S. 545—555).

1829–1834 Der Botaniker David Douglas, welcher ſeinen Tod in Owhyhee in einer Fallgrube fand, in welche vor ihm ein wilder Stier herabgeſtürzt war, machte eine ſchöne Reihe von Declinations- und Intenſitäts-Beobachtungen an der Nordweſt-Küſte von Amerika und auf den Sandwich-Inſeln bis am Rande des Kraters von Kiraueah. (Sabine Meeting at Liverpool p. 27—32).

1829 Kupffer Voyage au Mont Elbrouz dans le Caucase (p. 68 und 115).

1829 Humboldt magnetiſche Beobachtungen über den telluriſchen Magnetismus, mit gleichzeitigen aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen, geſammelt auf einer Reiſe im nördlichen Aſien auf Befehl des Kaiſers Nicolaus zwiſchen den Längen von 11° 3′ bis 80° 12′ öſtlich von Paris, nahe am Dzaiſan-See; wie zwiſchen den Breiten von 45° 43′ (Inſel Birutſchicaſſa im caſpiſchen Meere) bis 58° 52′ im nördlichen Ural bei Werchoturie. (Asie centrale T. III. p. 440—478).

1829 Die Kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften zu St. Petersburg genehmigt Humboldt's Antrag auf Errichtung magnetiſcher und meteorologiſcher Stationen in den verſchiedenſten klimatiſchen Zonen des europäiſchen und aſiatiſchen Rußlands, mit auf die Erbauung eines phyſikaliſchen Central-Obſervatoriums in der Hauptſtadt des Reichs unter der, immer gleich thätigen, wiſſenſchaftlichen Leitung des Profeſſor Kupffer. (Vergl. Kosmos 1. Buch S. 98; Kupffer Rapport adressé à l'Acad. de St. Pétersbourg relatif à l'Observatoire physique central, fondé auprès du Corps des Mines, in Schum. Aſtr. Nachr. No. 726; derſelbe Annales magnétiques p. XI.) Durch das ausdauernde Wohlwollen, welches der Finanz-Miniſter Graf von Cancrin jedem großartigen ſcientifiſchen Unternehmen ſchenkte, konnte ein Theil der gleichzeitigen correſpondirenden †) Beobachtungen zwiſchen dem weißen Meere und der Krim, zwiſchen dem finni-

*) „Before the practice was adopted of determining *absolute values*, the most generally used scale (and which still continues to be very frequently referred to) was founded on the time of vibration observed by Mr. de Humboldt about the commencement of the present century ad a station in the Andes of South America, where the direction of the dipping needle was horizontal, a condition which was for some time erroneously supposed to be an indication of the minimum of magnetic force at the Earth's surface. From a comparison of the times of vibration of Mr. de Humboldt's needle in South America and in Paris, the ratio of the magnetic force at Paris, to what was supposed to be its minimum, was inferred (1,348); and from the results so obtained, combined with a similar comparison made by myself between Paris and London in 1827 with several magnets, the ratio of the force in London to that of Mr. de Humboldt's original station in South America has been inferred to be 1,372 to 1,000. This is the origin of the number 1,372, which has been generally employed by British observers. By *absolute* measurements we are not only enabled to compare numerically with one another the results of experiments made in the most distant parts of the globe, with apparatus not previously compared, but we also furnish the means of comparing hereafter the intensity which exists at the present epoch, with that which may be found at future periods." Sabine im Manual for the use of the British Navy 1849 p. 17.

†) Das erſte Bedürfniß veränderter gleichzei-

ſchen Meerbuſen und den Küſten der Südſee im ruſſiſchen Amerika ſchon im Jahr 1832 beginnen. Eine permanente magnetiſche Station wurde zu Peking in dem alten Kloſterhauſe, das ſeit Peter dem Großen periodiſch von griechiſchen Mönchen bewohnt wird, geſtiftet. Der gelehrte Aſtronom Fuß, welcher den Hauptantheil an den Meſſungen zur Beſtimmung des Höhenunterſchiedes zwiſchen dem caſpiſchen und ſchwarzen Meere genommen, wurde auserwählt, um in China die erſten magnetiſchen Einrichtungen zu treffen. Später hat Kupffer auf einer Rundreiſe alle in den magnetiſchen und meteorologiſchen Stationen aufgeſtellten Inſtrumente öſtlich bis Nertſchinſk (in 117° 16′ Länge) unter einander und mit den Fundamental-Maaßen verglichen. Die, gewiß recht vorzüglichen, magnetiſchen Beobachtungen von Fedorow in Sibirien bleiben noch unpublicirt.

1830—1845 Oberſt Graham (von den topographiſchen Engineers der Vereinigten Staaten) Intenſitäts-Beobachtungen an der ſüdlichen Grenze von Canada, Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 242.

1830 Fuß magnetiſche, aſtronomiſche und hypſometriſche Beobachtungen (Report of the seventh meeting of the Brit. Assoc. 1837 p. 497—499) auf der Reiſe vom Baikal-See durch Ergi Oude, Durma und den, nur 2400 Fuß hohen Gobi nach Peking, um dort das magnetiſche und meteorologiſche Obſervatorium zu gründen, auf welchem Kovanko 10 Jahre lang beobachtet hat (Humboldt Asie centr. T. I. p. 8, T. II. p. 141, T. III. p. 468 und 477).

1831—1836 Cap. Fitzroy in ſeiner Reiſe um die Welt auf dem Beagle, wie in der Aufnahme der Küſten des ſüdlichſten Theils von Amerika, ausgerüſtet mit einem Gambey'ſchen Inclinatorium und mit von Hanſteen gelieferten Oſcillations-Nadeln.

1831 Dunlop, Director der Sternwarte von Paramatta, Beobachtungen auf einer Reiſe nach Auſtralien (Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 133—140).

1831 Faraday's Inductionsſtröme, deren Theorie Nobili und Antinori erweitert haben; große Entdeckung der Lichtentwickelung durch Magnet.

1833 und 1839 ſind die zwei wichtigen Epochen der erſten Bekanntmachung theoretiſcher Anſichten von Gauß: 1) Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata 1833 (p. 3: „elementum tertium, intensitas, usque ad tempora recentiora penitus neglectum mansit"); 2) das unſterbliche Werk: Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus (ſ. Reſultate aus den Beobachtungen des magnetiſchen Vereins im Jahr 1838, herausgegeben von Gauß und Weber 1839, S. 1—57).

1833 Arbeiten von Barlow über die Anziehung des Schiffseiſens und die Mittel deſſen ablenkende Wirkung auf die Bouſſole zu beſtimmen; Unterſuchung von electromagnetiſchen Strömen in Terrellen. Iſogeniſche Weltkarten. (Vergl. Barlow Essay on magnetic attraction 1833 p. 89 mit Poiſſon sur les déviations de la boussole produite par le fer des vaisseaux in den Mém. de l'Institut T XVI. p. 481—555; Airy in den Phil. Transact. for 1839 P. I. p. 167 und for 1843 P. II. p. 146; Sir James Roß in den Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 177—195.)

1833 Moſer Methode die Lage und Kraft der veränderlichen magnetiſchen Pole kennen zu lernen (Poggendorff Annalen Bd. 28. S. 49—296).

1833 Chriſtie on the arctic observations of Cap. Back, Phil. Transact. for 1836 P. II. p. 377. (Vergl. auch deſſen frühere wichtige Abhandlung in den Phil. Transact. for 1825 P. I. p. 23).

1834 Parrot's Reiſe nach dem Ararat. (Magnetismus Bd. II. S. 53–64.)

1836 Major Etscourt in der Expedition von Oberſt Chesney auf dem Euphrat. Ein Theil der Intenſitäts-Beobachtungen iſt bei dem Untergange des Dampfboots Tigris

---

tiger magnetiſcher Beobachtung iſt von Celſius gefühlt worden. Ohne noch des, eigentlich von ſeinem Gehülfen Olav Hiorter (März 1741) entdeckten und gemeſſenen Einfluſſes des Polarlichts auf die Abweichung zu erwähnen, forderte er Graham (Sommer 1741) auf mit ihm gemeinſchaftlich zu unterſuchen, ob gewiſſe außerordentliche Perturbationen, welche der ſtündliche Gang der Nadel von Zeit zu Zeit in Upſala erlitt, auch in derſelben Zeit von ihm in London beobachtet würden. Gleichzeitigkeit der Perturbationen, ſagt er, liefere den Beweis, daß die Urſach der Perturbation ſich auf große Erdräume erſtrecke und nicht in zufälligen localen Einwirkungen gegründet ſei. (Celſius in Svenska Vetenſkaps Academiens Handlingar för 1740 p. 44; Hiorter a. a. O. 1747 p. 27.) Als Arago erkannt hatte, daß die durch Polarlicht bewirkten magnetiſchen Perturbationen ſich über Erdſtrecken verbreiten, wo die Lichterſcheinung des magnetiſchen Ungewitters nicht geſehen wird, verabredete er gleichzeitige ſtündliche Beobachtungen 1823 mit unſerm gemeinſchaftlichen Freunde Kupffer in Kaſan, faſt 47° öſtlich von Paris. Aehnliche gleichzeitige Declinations-Beobachtungen ſind (1828) von mir mit Arago und Reich in Paris, Freiberg und Berlin angeſtellt worden; ſ. Poggendorf Ann. Bd. XIX. S. 337.

verloren gegangen: was um so mehr zu bedauern ist, als es in diesem Theile des Innern von Vorder-Asien und südlich vom caspischen Meere so ganz an genauen Beobachtungen fehlt.

1836 Lettre de Mr. A. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex, President de la Soc. Roy. de Londres, sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes (Avril 1836). Ueber die glücklichen Folgen dieser Aufforderung und ihren Einfluß auf die große antarctische Expedition von Sir James Roß s. Kosmos 1. B. S. 98; Sir James Roß Voy. to the Southern and Antarctic Regions 1847 Vol. I p. XII.

1837 Sabine on the variations of the magnetic Intensity of the Earth in den seventh meeting of the British Association at Liverpool p. 1—85; die vollständigste Arbeit dieser Art.

1837—1838 Errichtung eines magnetischen Observatoriums zu Dublin von Prof. Humphrey Lloyd. Ueber die von 1840 bis 1846 daselbst angestellten Beobachtungen s. Transact. of the Royal Irish Acad. Vol. XXII. P. 1. p. 74—96.

1837 Sir David Brewster a Treatise on Magnetism p. 185—263.

1837—1842 Sir Edward Belcher Reisen nach Singapore, dem chinesischen Meer und der Westküste von Amerika; Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 113, 140—142. Diese Beobachtungen der Inclination, wenn man sie mit den meinigen, älteren, zusammenhält, deuten auf sehr ungleiches Fortschreiten der Curven. Ich fand z. B. 1803 die Neigungen in Acapulco, Guayaquil und Callao de Lima + 38° 48′, + 10° 42′, — 9° 54′; Sir Edward Belcher: + 37° 57′, + 9° 1′, — 9° 54′. Wirken die häufigen Erdbeben an der peruanischen Küste local auf die Erscheinungen, welche von der magnetischen Erdkraft abhangen?

1838—1842 Charles Wilkes Narrative of the United States Exploring Expedition (Vol. I. p. XXI).

1838 Lieut. James Sulivan Reise von Falmouth nach den Falklands-Inseln, Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 129, 140 und 143.

1838 und 1839 Errichtung der magnetischen Stationen, unter der vortrefflichen Direction des Oberst Sabine, in beiden Erdhälften, auf Kosten der großbritannischen Regierung. Die Instrumente wurden 1839 abgesandt, die Beobachtungen begannen in Toronto (Canada) und auf Van Diemen's Land 1840, am Vorgebirge der guten Hoffnung 1841. (Vergl. Sir John Herschel im Quarterly Review Vol. 66. 1840 p. 297; Becquerel Traité d'Electricité et de Magnétisme T. VI. p. 174.) Durch die mühevolle und gründliche Bearbeitung dieses reichen Schatzes von Beobachtungen, welche alle Elemente oder Variationen der magnetischen Thätigkeit des Erdkörpers umfaßen, hat Oberst Sabine, als Superintendent of the Colonial Observatories, früher unerkannte Gesetze entdeckt und der Wissenschaft neue Ansichten eröffnet. Die Resultate solcher Erforschungen sind von ihm in einer langen Reihe einzelner Abhandlungen (Contributions to terrestrial Magnetism) in den Philosophical Transactions der Kön. Londoner Societät und in eigenen Schriften veröffentlicht worden, welche diesem Theile des Kosmos zum Grunde liegen. Wir nennen hier von diesen nur einige der vorzüglichsten: 1) Ueber ungewöhnliche magnetische Störungen (Ungewitter), beobachtet in den Jahren 1840 und 1841; s. Observations on days of unusual magnetic disturbances p. 1—107, und, als Fortsetzung dieser Arbeit, die magnetic storms von 1843—1845, in den Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 123—139; 2) Observations made at the magnetical Observatory at Toronto 1840, 1841 und 1842 (lat. 43° 39′ bor., long. 81° 41′) Vol. I p. XIV—XXVIII; 3) Der sehr abweichende Richtungsgang der magnetischen Declination in der einen Hälfte des Jahres zu St. Helena, in Longwood-House (lat. 15° 55′ austr., lg. occ. 8° 3′), Phil. Transact. for 1847 P. I. p. 54; 4) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846; 5) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at Hobarton (lat. 42° 52′ austr., lg. 145° 7′ or) in Van Diemen Island, and the artarctic Expedition Vol. I. und II. (1841—1848); über Scheidung der östlichen und westlichen Störungen (disturbances) s. Vol. II. p. IX—XXXVI; 6) Magnetische Erscheinungen innerhalb des antarctischen Polarkreises, in Kerguelen und Van Diemen, Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 110—231; 7) Ueber die Isoclinal und Isodynamic Lines im atlantischen Ocean, Zustand von

örper unter äußerem magnetiſchen Einfluſſe annehmen (Phil. Transact. for 1846 und Phil. Transact. for 1851 P. I § 2718—2796); 2) über Beziehung des Magnetismus zu einem polariſirten Lichtſtrahle und Drehung des letzteren unter elung (Dazwiſchenkunft) des veränderten Molecular-Zuſtandes derjenigen Materie, elche zugleich der polariſirte Lichtſtrahl und der magnetiſche Strom geleitet werden Transact. for 1846 P. I. § 2195 und 2215—2221); 3) über die merkwürdige aft des Sauerſtoff-Gaſes, als des einzigen paramagnetiſchen unter allen Gasarten, chen Einfluß auf die Elemente des Erd-Magnetismus auszuüben: daß es, weichem leich, nur außerordentlich viel ſchwächer, durch die vertheilende Wirkung des Erd- eines permanent gegenwärtigen Magnets, Polarität*) annimmt (Phil. Tr P. I. § 2297—2967)

Emory Magn. Observations made at the Isthmus of Panama.

Prof. William Thomſon in Glasgow, a mathematical Theory of Magnetism, Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 243—285. (Ueber das Problem der Vertheir magnetiſchen Kraft vergl. § 42 und 56 mit Poiſſon in den Mém. de l'Institut . I p. 1, P. II. p 163.

Airy on the present state and prospects of the Science of terrestrial Mag- Fragment einer vielverſprechenden Abhandlung.

Kreil Einfluß des Mondes auf die magnetiſche Declination zu Prag in den 1839—1849. Ueber die früheren Arbeiten dieſes genauen Beobachters von 1836 8 ſ. Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica istituite ni 1836—1838 all' I. R. Osservatorio di Milano p. 171, wie auch Magn. und l. Beobachtungen zu Prag Bd. I. S. 59.

Faraday on Lines of magnetic Force and their definite character.

Sabine's neue Beweiſe aus Beobachtungen von Toronto, Hobarton, St. He- d dem Vorgebirge der guten Hoffnung (1841—1851): daß überall in der ſtunde von 7—8 Uhr die Magnet-Declination eine Jahresperiode darbietet, in das nördliche Solſtitium die größte öſtliche Elongation, das ſüdliche Solſtitium te weſtliche Elongation offenbaren, ohne daß in dieſen Solſtitial-Epochen (turning) die Temperatur der Atmoſphäre oder der Erdrinde ein Maximum oder Minimum . Vergl. den, noch nicht erſchienenen 2. Band der Observations made at Toronto II mit den ſchon oben angeführten zwei Abhandlungen von Sabine über Einfluß nnennähe (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216) und der Sonnenflecken (Phil. ct. for 1852 P. I. p. 121).

---

hronologiſche Aufzählung der Fortſchritte unſerer Kenntniß von dem Erd-Mag- mus in der Hälfte eines Jahrhunderts, in dem ich dieſem Gegenſtande ununter- das wärmſte Intereſſe gewidmet habe, zeigt ein glückliches Streben nach einem

---

ergl. über kryſtalliſirte Körper, was nach der iſſer Achſen der ſcharfſinnige Plücker (Pog- nn. Bd. 73, S. 178 und Phil. Transact. § 2826—2842) aufgefunden hat. Die Ab- urch Wismuth war zuerſt von Brugmanns kannt, dann von Le Baillif (1827) und Seebeck ründlicher geprüft. Faraday ſelbſt (§ 2429— leich und der, ſchon ſeit dem Jahre 1836 für heitte des telluriſchen Magnetismus ſo un- en thätige Wilhelm Weber haben den Zuſam- der diamagnetiſchen Erſcheinungen mit denen uction dargethan (Poggend. Ann. Bd. 41 und 253). Weber hat ſich nachzuweiſen daß der Diamagnetismus ſeine Quelle in den chen Molecular-Strömen habe (Wilh. Abhandlungen über electro-dynamiſche Maaß- ngen 1852 S. 545—570).

Hervorbringung dieſer Polarität werden actio in distans des Erdkörpers die magneti- ſigkeiten in jedem Sauerſtoff-Theilchen in be- Richtung und mit beſtimmter Kraft um eine Größe getrennt. Jedes Sauerſtoff-Theilchen rt dadurch einen kleinen Magnet; und alle dieſe Magnete reagiren auf einander, wie auf den Erdkörper, und zuletzt, in Verbindung mit dieſem, auf eine irgendwo in oder außerhalb des Luftkreiſes befind- lich gedachte Nadel. Die Sauerſtoff-Hülle des Erdkrei- ſes iſt zu vergleichen einer Armatur von weichem Eiſen an einem natürlichen oder Stahl-Magnet: der Magnet kugelförmig gedacht gleich der Erde, und die Armatur als Hohlkugel gleich der atmoſphäriſchen Sauerſtoff-Hülle. Die Stärke, bis zu der ein jedes Sauerſtoff-Theilchen durch die conſtante Kraft der Erde magnetiſirt werden kann (magnetic power), ſinkt mit der Temperatur und Verdünnung des Sauerſtoff-Gaſes. Indem eine ſtete Veränderung der Temperatur und Ausdehnung der Sonne von Oſt nach Weſt um den Erdkörper folgt, muß ſie demnach auch die Reſultate der Kräfte der Erde und der Sauerſtoff-Hülle verändern, und dies iſt nach Fa- raday's Meinung die Quelle eines Theiles der Variationen in den Elementen des Erd-Magnetis- mus. Plücker findet, daß, da die Kraft, mit welcher der Magnet auf das Sauerſtoff-Gas wirkt, der Dichtigkeit des Gaſes proportional iſt, der Magnet ein einfaches eudiometriſches Mittel darbietet die Gegenwart des freien Sauerſtoff-Gaſes in einem Gas-Gemiſch bis auf 1 oder 2 Hunderttheilchen zu erkennen.

clinations-Veränderungen. (Vergl. Lamont in Poggend. Ann. der Phyſ. 1851 Bd. 84 S. 572—582, und Reslhuber 1852 Bd. 85. S. 179—184.) Der, ſchon oben berührte, muthmaßliche Zuſammenhang zwiſchen der periodiſchen Zu- und Abnahme der Jahresmittel der täglichen Declinations-Variation der Magnetnadel und der periodiſchen Frequenz der Sonnenflecken iſt zuerſt von Oberſt Sabine in den Phil. Transact. for 1852, und, ohne daß er Kenntniß von dieſer Arbeit hatte, 4 bis 5 Monate ſpäter von dem gelehrten Director der Sternwarte zu Bern, Rudolph Wolf, in den Schriften der ſchweizeriſchen Naturforſcher verkündigt worden.*) Lamont's Handbuch des Erdmagnetismus (1848) enthält die Angabe der neueſten Mittel der Beobachtung wie die Entwickelung der Methoden.

1840—1845 Bache, Director of the Coast Survey of the United States, Observ. made at the magn. and the metereol. Observatory at Girard's College (Philadelphia) publ. 1847.

1840—1842 Lieut. Gilliß (Un. St.) Magnetical and Meteorological Observations made at Washington, publ. 1847 (p. 2—319; magnetic storms p. 336).

1841—1843 Sir Robert Schomburgk Declinations-Beobachtungen in der Waldgegend der Guyana zwiſchen dem Berg Roraima und dem Dörfchen Pirara, zwiſchen den Parallelen von 4° 57′ und 3° 39′ (Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 217).

1841—1845 Magn. and Meteorol. Observations made at Madras.

1843—1844 Magnetiſche Beobachtungen auf der Sternwarte von Sir Thomas Brisbane zu Makerstoun (Roxburghshire, Schottland), Br. 55° 34′; ſ. Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVII. P. II. p. 188 und Vol. XVIII. p. 46.

1843—1849 Kreil über den Einfluß der Alpen auf Aeußerung der magnetiſchen Erdkraft. (Vergl. Schum. Aſtr. Nachr. No. 602.)

1844—1845 Expedition der Pagoda in hohen antarctiſchen Breiten bis — 64° und — 67°, und Länge 4° bis 117° öſtl., alle drei Elemente des telluriſchen Magnetismus umfaſſend: unter dem Commando des Schiffs-Lieut. Moore, der ſchon in der Nordpol-Expedition auf dem Terror geweſen war, und des Artillerie-Lieut. Clerk, früher Directors des magnetiſchen Obſervatoriums am Vorgebirge der guten Hoffnung; — eine würdige Vervollſtändigung der Arbeiten von Sir James Clark Roß am Südpol.

1845 Proceedings of the magn. and meteorol. Conference held at Cambridge.

1845 Observations made at the magn. and meteorol. Observatory at Bombay under the superintendency of Arthur Bedford Orlebar. Das Obſervatorium iſt 1841 auf der kleinen Inſel Colaba erbaut worden.

1845—1850 Sechs Bände Results of the magn. and meteorol. Observations made at the Royal Observatory at Greenwich. Das magnetiſche Haus wurde 1838 gebaut.

1845 Simonoff, Prof. de Kazan, Recherches sur l'action magnetique de la Terre

1846—1849 Cap. Elliot (Madras Engineers) magnetic Survey of the Eastern Archipelago; 16 Stationen, jede von mehreren Monaten: auf Borneo, Celebes, Sumatra, den Nicobaren und Keeling-Inſeln; mit Madras verglichen, zwiſchen nördl. Br. 16° und ſüdl. Br. 12°, Länge 78° und 123° öſtl. (Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 287—331 und p. I—CLVII). Beigefügt ſind Karten gleicher Inclination und Declination, wie horizontaler und totaler Kraft. Dieſe Arbeit, welche zugleich die Lage des magnetiſchen Aequators und der Linie ohne Abweichung darſtellt, gehört zu den ausgezeichnetſten und vielumfaſſendſten neuerer Zeit.

1845—1850 Faraday's glänzende phyſikaliſche Entdeckungen 1) über die axiale (paramagnetiſche) oder äquatoriale (diamagnetiſche†) Stellung (Richtung), welche frei ſchwe-

---

*) Die im Text genannte Abhandlung von Rudolph Wolf enthält eigene tägliche Beobachtungen von Sonnenflecken (1. Januar bis 30. Juni 1852), und eine Zuſammenſtellung der Lamont'ſchen periodiſchen Declinations-Variationen mit den Reſultaten von Schwabe über die Frequenz der Sonnenflecken (1835—1850). Es wurde dieſelbe in einer Sitzung der naturforſchenden Geſellſchaft zu Bern den 31. Juli 1852 vorgetragen, während die ausführlichere Abhandlung vom Oberſt Sabine (Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 116—121) der königl. Societät zu London ſchon Anfangs März übergeben und Anfangs Mai 1852 verleſen wurde. Nach den neueſten Unterſuchungen der Beobachtungen der Sonnenflecken findet Wolf die Periode im Mittel von 1600 bis 1852 zu 11,11 Jahren.

†) Kosmos 3. B. S. 539. Diamagnetiſche Abſtoßung und äquatoriale, d. i. ſenkrechte Stellung in der Nähe eines ſtarken Magnets gilt Wismuth, Antimon, Silber, Phosphor, Bernſtein, Elfenbein, Holz, Aepfelſcheiben und Leder. Sauerſtoff-Gas (rein oder mit anderen Gasarten gemiſcht, wie in den Zwiſchenräumen der Kohle verdickt) iſt paramagne-

ende Körper unter äußerem magnetiſchen Einfluſſe annehmen (Phil. Transact. for 1846 2420 und Phil. Transact. for 1851 P. I § 2718—2796); 2) über Beziehung des Electro-Magnetismus zu einem polariſirten Lichtſtrahle und Drehung des letzteren unter Vermittelung (Dazwiſchenkunft) des veränderten Molecular-Zuſtandes derjenigen Materie, durch welche zugleich der polariſirte Lichtſtrahl und der magnetiſche Strom geleitet werden (Phil. Transact. for 1846 P. I. § 2195 und 2215—2221); 3) über die merkwürdige Eigenſchaft des Sauerſtoff-Gaſes, als des einzigen paramagnetiſchen unter allen Gasarten, einen ſolchen Einfluß auf die Elemente des Erd-Magnetismus auszuüben: daß es, weichem Eiſen gleich, nur außerordentlich viel ſchwächer, durch die vertheilende Wirkung des Erdkörpers, eines permanent gegenwärtigen Magnets, Polarität*) annimmt (Phil. Tr for 1851 P. I. § 2297—2967)

1840 Emory Magn. Observations made at the Isthmus of Panama.

1849 Prof. William Thomſon in Glasgow, a mathematical Theory of Magnetism, in den Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 243—285. (Ueber das Problem der Vertheilung der magnetiſchen Kraft vergl. § 42 und 56 mit Poiſſon in den Mem. de l'Institut 1811 P. I p. 1, P. II. p 163.

1850 Airy on the present state and prospects of the Science of terrestrial Magnetism, Fragment einer vielverſprechenden Abhandlung.

1852 Kreil Einfluß des Mondes auf die magnetiſche Declination zu Prag in den Jahren 1839—1849. Ueber die früheren Arbeiten dieſes genauen Beobachters von 1836 bis 1838 ſ. Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica istituite negli anni 1836—1838 all' I. R. Osservatorio di Milano p. 171, wie auch Magn. und meteorol. Beobachtungen zu Prag Bd. I. S. 59.

1852 Faraday on Lines of magnetic Force and their definite character.

1852 Sabine's neue Beweiſe aus Beobachtungen von Toronto, Hobarton, St. Helena und dem Vorgebirge der guten Hoffnung (1841—1851): daß überall in der Morgenſtunde von 7—8 Uhr die Magnet-Declination eine Jahresperiode darbietet, in welcher das nördliche Solſtitium die größte öſtliche Elongation, das ſüdliche Solſtitium die größte weſtliche Elongation offenbaren, ohne daß in dieſen Solſtitial-Epochen (turning periods) die Temperatur der Atmoſphäre oder der Erdrinde ein Maximum oder Minimum erleiden. Vergl. den, noch nicht erſchienenen 2. Band der Observations made at Toronto p XVII mit den ſchon oben angeführten zwei Abhandlungen von Sabine über Einfluß der Sonnennähe (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216) und der Sonnenflecken (Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 121).

Die chronologiſche Aufzählung der Fortſchritte unſerer Kenntniß von dem Erd-Magnetismus in der Hälfte eines Jahrhunderts, in dem ich dieſem Gegenſtande ununterbrochen das wärmſte Intereſſe gewidmet habe, zeigt ein glückliches Streben nach einem

---

tiſch. Vergl. über kryſtalliſirte Körper, was nach der Lage gewiſſer Achſen der ſcharfſinnige Plücker (Poggend. Ann. Bd. 73, S. 178 und Phil. Transact. for 1851 § 2836—2842) aufgefunden hat. Die Abſtoßung durch Wismuth war zuerſt von Brugmanns (1778) erkannt, dann von Le Baillif (1827) und Seebeck (1828) gründlicher geprüft. Faraday ſelbſt (§ 2429—2431), Reich und der, ſchon ſeit dem Jahre 1836 für die Fortſchritte des telluriſchen Magnetismus ſo ununterbrochen thätige Wilhelm Weber haben den Zuſammenhang der diamagnetiſchen Erſcheinungen mit denen der Induction dargethan (Poggend. Ann. Bd. 73. S. 241 und 253). Weber hat ſich nachzuweiſen beſtrebt, daß der Diamagnetismus ſeine Quelle in den Ampère'ſchen Molecular-Strömen habe (Wilh. Weber, Abhandlungen über electro-dynamiſche Maaßbeſtimmungen 1852 S. 545—570).

*) Zur Hervorbringung dieſer Polarität werden durch die actio in distans des Erdkörpers die magnetiſchen Flüſſigkeiten in jedem Sauerſtoff-Theilchen in beſtimmter Richtung und mit beſtimmter Kraft um eine gewiſſe Größe getrennt. Jedes Sauerſtoff-Theilchen repräſentirt dadurch einen kleinen Magnet; und alle dieſe kleinen Magnete reagiren auf einander, wie auf den Erdkörper, und zuletzt, in Verbindung mit dieſem, auf eine irgendwo in oder außerhalb des Luftkreiſes befindlich gedachte Nadel. Die Sauerſtoff-Hülle des Erdkreiſes iſt zu vergleichen einer Armatur von weichem Eiſen an einem natürlichen oder Stahl-Magnet: der Magnet kugelförmig gedacht gleich der Erde, und die Armatur als Hohlkugel gleich der atmoſphäriſchen Sauerſtoff-Hülle. Die Stärke, bis zu der ein jedes Sauerſtoff-Theilchen durch die conſtante Kraft der Erde magnetiſirt werden kann (magnetic power), ſinkt mit der Temperatur und Verdünnung des Sauerſtoff-Gaſes. Indem eine ſtete Veränderung der Temperatur und Ausdehnung der Sonne von Oſt nach Weſt um den Erdkörper folgt, muß ſie demnach auch die Reſultate der Kräfte der Erde und der Sauerſtoff-Hülle verändern, und dies iſt nach Faraday's Meinung die Quelle eines Theiles der Variationen in den Elementen des Erd-Magnetismus. Plücker findet, daß, da die Kraft, mit welcher der Magnet auf das Sauerſtoff-Gas wirkt, der Dichtigkeit des Gaſes proportional iſt, der Magnet ein einfaches eudiometriſches Mittel darbietet der Gegenwart des freien Sauerſtoff-Gaſes in einem Gas-Gemiſch bis auf 1 oder 2 Hunderttheilchen zu erkennen.

zwiefachen Zwecke. Der größere Theil der Arbeiten ist der Beobachtung der magnetischen Thätigkeit des Erdkörpers, der Messung nach Raumverhältnissen und Zeitepochen gewidmet gewesen; der kleinere Theil gehört dem Experimente, dem Hervorrufen von Erscheinungen, welche auf Ergründung des Wesens jener Thätigkeit selbst, der inneren Natur der Magnetkraft, zu leiten verheißen. Beide Wege: messende Beobachtung der Aeußerungen des tellurischen Magnetismus (in Richtung und Stärke) und physikalisches Experiment über Magnetkraft im allgemeinen, haben gegenseitig den Fortschritt unseres Naturwissens belebt. Die Beobachtung allein, unabhängig von jeglicher Hypothese über den Causalzusammenhang der Erscheinungen oder über die, bis jetzt unmeßbare, uns unerreichbare Wechselwirkung der Molecule im Inneren der Substanzen, hat zu wichtigen numerischen Gesetzen geführt. Dem bewundernswürdigen Scharfsinn experimentirender Physiker ist es gelungen, Polarisations-Eigenschaften starrer und gasförmiger Körper zu entdecken, von denen man vorher keine Ahndung hatte, und die in eigenem Verkehr mit Temperatur und Luftdruck stehen. So wichtig und unbezweifelt auch jene Entdeckungen sind, so können sie in dem gegenwärtigen Zustand unseres Wissens doch noch nicht als befriedigende Erklärungsgründe jener Gesetze betrachtet werden, welche bereits in der Bewegung der Magnetnadel erkannt worden sind. Das sicherste Mittel, zur Erschöpfung des veränderlich Meßbaren im Raume, wie zu der Erweiterung und Vollendung der, von Gauß so großartig entworfenen, mathematischen Theorie des Erd-Magnetismus zu gelangen, ist das Mittel der gleichzeitig an vielen gut ausgewählten Punkten der Erde fortgesetzten Beobachtung aller drei Elemente der magnetischen Thätigkeit. Was ich selbst aber ruhmvolles*) von der Verbindung des Experiments und der mathematischen Gedankenverbindung erwarte, habe ich bereits an einem anderen Orte ausgesprochen und durch Beispiele erläutert.

Alles, was auf unserem Planeten vorgeht, kann nicht ohne kosmischen Zusammenhang gedacht werden. Das Wort Planet führt uns an sich schon auf Abhängigkeit von einem Centralkörper, auf die Verbindung mit einer Gruppe von Himmelskörpern sehr verschiedener Größe, die wahrscheinlich einen gleichen Ursprung haben. Sehr früh wurde der Einfluß des Sonnenstandes auf die Aeußerung der Magnetkraft der Erde anerkannt: deutlichst bei Entdeckung der stündlichen Abweichung; dunkler, wie Kepler ein Jahrhundert vorher ahndete, daß alle Achsen der Planeten nach Einer Weltgegend magnetisch gerichtet seien. Kepler sagt ausdrücklich: „daß die Sonne ein magnetischer Körper sei; und daß deshalb in der Sonne die Kraft liege, welche die Planeten bewege.“ †) Massen-Anziehung und Gravitation erschienen damals unter dem Symbol magnetischer Attraction. Horrebow ‡), der Gravitation nicht mit Magnetismus verwechselte, hat wohl zuerst den Lichtprozeß „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunstkreise durch magnetische Kräfte vorgehendes Nordlicht“ genannt. Unseren Zeiten näher (und dieser Unterschied der Meinungen ist sehr bemerkenswerth) sind die Ansichten über die Art der Einwirkung der Sonne entschieden getheilt aufgetreten.

Man hat sich entweder vorgestellt, daß die Sonne, ohne selbst magnetisch zu sein, auf den Erd-Magnetismus nur temperatur-verändernd wirke (Canton, Ampère, Christie, Lloyd, Airy); oder man glaubt, wie Coulomb, die Sonne von einer magnetischen Atmosphäre umhüllt ||), welche ihre Wirkung auf den Magnetismus der Erde durch Ver-

*) Kosmos 4. Buch S. 10 und 11.

†) Kepler in Stella Martis p. 32 und 34. Vergl. damit sein Mysterium cosmogr. cap. 20 p. 71.

‡) Kosmos 3. Buch S. 536, wo aber durch einen Druckfehler Basis Astronomiae statt Clavis Astronomiae steht. Die Stelle (§ 226), in welcher der Lichtproceß der Sonne ein perpetuirliches Nordlicht genannt wird, ist übrig ns nicht in der ersten Ausgabe der Clavis Astr. von Horrebow (Havn. 1730) zu suchen; sondern sie steht allein in der, durch einen [illegible] vermehrten, neuen Ausgabe derselben in [illegible] Operum mathematico-physicorum T. I. Havn. [illegible] pag. 317, indem sie [illegible] Theile der Clavis [illegible]. — [illegible] Ansicht die ganz ähnlichen [illegible] John Herschel, Kosmos [illegible] S. [illegible]

||) Mémoires de Mathé[illegible] à l'Acad. Roy. des Sc. [illegible]

theilung ausübe. Wenn gleich durch Faraday's ſchöne Entdeckung von der paramagnetiſchen Eigenſchaft des Sauerſtoff-Gaſes die große Schwierigkeit gehoben wird, ſich, nach Canton, die Temperatur der feſten Erdrinde und der Meere als unmittelbare Folge des Durchgangs der Sonne durch den Orts-Meridian ſchnell und beträchtlich erhöht vorſtellen zu müſſen; ſo hat doch die vollſtändige Zuſammenſtellung und ſcharfſinnige Discuſſion alles meßbar Beobachteten durch den Oberſt Sabine als Reſultat ergeben, daß die bisher beobachteten periodiſchen Variationen der magnetiſchen Thätigkeit des Erdkörpers nicht ihre Urſache in den periodiſchen Temperatur-Veränderungen des uns zugänglichen Luftkreiſes haben. Weder die Hauptepochen der täglichen und jährlichen Veränderungen der Declination zu verſchiedenen Stunden des Tages und der Nacht (und die jährlichen hat Sabine zum erſten Male, nach einer übergroßen Zahl von Beobachtungen, genau darſtellen können), noch die Perioden der mittleren Intenſität der Erdkraft ſtimmen *) mit den Perioden der Maxima und Minima der Temperatur der Atmoſphäre oder der oberen Erdrinde überein. Die Wendepunkte in den wichtigſten magnetiſchen Erſcheinungen ſind die Solſtitien und Aequinoctien. Die Epoche, in welcher die Intenſität der Erdkraft am größten iſt und in beiden Hemiſphären die Inclinations-Nadel dem verticalen Stande ſich am nächſten zeigt, iſt die der größten Sonnennähe †), wenn zugleich die Erde die größte Translations-Geſchwindigkeit in ihrer Bahn hat. Nun aber ſind ſich in der Zeit der Sonnennähe (December, Januar und Februar) wie in der Zeit der Sonnenferne (Mai, Juni und Juli) die Temperatur-Verhältniſſe der Zonen dieſſeits und jenſeits des Aequators geradezu entgegengeſetzt; die Wendepunkte der ab- und zunehmenden Intenſität, Declination und Inclination können alſo nicht der Sonne als wärmendem Princip zugeſchrieben werden.

Jahresmittel aus den Beobachtungen von München und Göttingen haben dem thätigen Director der kön. bairiſchen Sternwarte, Prof. Lamont, das merkwürdige Geſetz einer Periode von 10½ Jahren in den Veränderungen der Declination offenbart. ‡) In der Periode von 1841 bis 1850 erreichten die Mittel der monatlichen Declinations-Veränderungen ſehr

---

*) "So far as these four stations (Toronto, Hobarton, St. Helena and the Cape), so widely separated from each other and so diversely situated, justify a generalisation, we may arrive to the conclusion, that at the hour of 7 to 8 A. M. the magnetic declination is *everywhere* subject to a variation of which the period is a year, and which is everywhere similar in character and amount, consisting of a movement of the north end of the magnet from east to west between the northern and the southern solstice, and a return from west to east between the southern and the northern solstice, the amplitude being about 5 minutes of arc. The *turning periods of the year* are not, as many might be disposed to anticipate, *those months, in which the temperature at the surface of our planet, or of the subsoil, or of the atmosphere* (as far as we possess the means of judging of the temperature of the atmosphere) *attains its maximum and minimum*. Stations so diversely situated would indeed present in these respects *thermic conditions* of great variety: whereas uniformity in the epoch of the *turning* periods is a not less conspicuous feature in the annual variation than similarity of character and numerical value. At all the stations the *solstices* are the turning periods of the annual variation at the hour of which we are treating. — The only periods of the year in which the diurnal or horary variation at that hour does actually disappear, are at the *equinoxes*, when the sun is passing from the one hemisphere to the other, and when the magnetic direction in the course of its diurnal variation from east to west, or vice versa, coincides with [illegible] which is the mean declination of all the months and of all the hours. — The *annual variation* is obviously connected with, and dependent on, the *earth's position* in its orbit, relatively to the sun, around which it revolves; as the *diurnal variation* is connected with and dependent on the *rotation of the earth* on its axis, by which each meridian successively passes through every angle of inclination to the sun in the round of 24 hours." Sabine on the annual and diurnal variations, in dem noch nicht erſchienenen 2ten Bande der Observations made at the magn. and meteorol. Observatory at Toronto p. XVII—XX. Vergl. auch ſeine Abhandlung on the annual variation of the magnetic Declination at different periods of the Day in den Philos. Transact. for 1851 P. II. p. 635, und die Einleitung in die Observ. made at the Observatory at Hobarton Vol. I. p. XXXIV—XXXVI.

†) Sabine on the means adopted for determining the absolute values, secular change and annual variation of the terrestrial magnetic Force, in den Phil. Transact. for 1850 P. I p 216. Auch in Sabine's Eröffnungsrede der Verſammlung zu Belfaſt (Meeting of the Brit. Assoc. in 1852) heißt es: it is a remarkable fact, which has been established, that the magnetic force is greater in both the northern and southern hemispheres in the months of December, January and February, when the Sun is nearest to the earth, than in those of May, June and July, when he is most distant from it; whereas, if the effects were due to temperature, the two hemispheres should be oppositely instead of similarly affected in each of the two periods referred to.

‡) Lamont in Poggen der Annalen 84. B. S. 579.

regelmäßig ihr Minimum 1843½, ihr Maximum 1848½. Ohne dieſe europäiſchen Reſultate zu kennen, hatte die Vergleichung der monatlichen Mittel derſelben Jahre 1843–1848, aus Beobachtungen von Orten gezogen, welche faſt um die Größe der ganzen Erdachſe von einander entfernt liegen (Toronto in Canada und Hobarton auf Van Diemen's Inſel), den Oberſt Sabine auf die Exiſtenz einer periodiſch wirkenden Störungsurſach geleitet. Dieſe iſt von ihm als eine rein kosmiſche in den ebenfalls zehnjährigen periodiſchen Veränderungen der Sonnen-Atmoſphäre gefunden worden. *) Der fleißigſte Beobachter der Sonnenflecken unter den jetzt lebenden Aſtronomen, Schwabe, hat (wie ich ſchon an einem anderen Orte †) entwickelt) in einer langen Reihe von Jahren (1826 bis 1850) eine periodiſch wechſelnde Frequenz der Sonnenflecken aufgefunden: dergeſtalt, daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen iſt. „Ich habe", ſetzt er hinzu, „nicht Gelegenheit gehabt, eine fortlaufende Reihe älterer Beobachtungen zu unterſuchen; ſtimme aber gern der Meinung bei, daß dieſe Periode ſelbſt wieder veränderlich ſein könne." Etwas einer ſolchen Veränderlichkeit analoges, Perioden in den Perioden, bieten uns allerdings auch Lichtproceſſe in anderen ſelbſtleuchtenden Sonnen dar. Ich erinnere an die von Goodricke und Argelander ergründeten, ſo complicirten Intenſitäts-Veränderungen von β Lyrae und Mira Ceti. ‡)

Wenn, nach Sabine, der Magnetismus des Sonnenkörpers ſich durch die in der Sonnennähe vermehrte Erdkraft offenbart; ſo iſt es um ſo auffallender, daß nach Kreil's gründlichen Unterſuchungen über den magnetiſchen Mond-Einfluß dieſer ſich bisher weder in der Verſchiedenheit der Mondphaſen, noch in der Verſchiedenheit der Entfernung des Mondes von der Erde bemerkbar gemacht hat. Die Nähe des Mondes ſcheint im Vergleich mit der Sonne nicht die Kleinheit der Maſſe zu compenſiren. ‖) Das Hauptergebniß der Unterſuchung §) über den magnetiſchen Einfluß des Erd-Satelliten, welcher nach Melloni nur eine Spur von Wärme-Erregung zeigt, iſt: daß die magnetiſche Declination auf unſerer Erde im Verlauf eines Mondtages eine regelmäßige Aenderung erleidet, indem dieſelbe zu einem zwiefachen Maximum und zu einem zwiefachen Minimum gelangt. „Wenn der Mond", ſagt Kreil ſehr richtig, „keine (für die gewöhnlichen Wärmemeſſer) erkennbare Temperatur-Veränderung auf der Erdoberfläche hervorbringt, ſo kann er auch in der Magnetkraft der Erde keine Aenderung auf dieſem Wege erzeugen; wird nun demohngeachtet eine ſolche bemerkt, ſo muß man daraus ſchließen, daß ſie auf einem anderen Wege als durch Erwärmung hervorgebracht werde." Alles, was nicht

*) Sabine on periodical laws discoverable in the mean effects of the larger magnetic Disturbances, in den Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 131. (Kosmos 4. Buch S. 73 No. 9.)

†) Kosmos 3. Buch S. 541.

‡) A. a. O. S. 238.

‖) Wenn auch die Nähe des Mondes im Vergleich mit der Sonne die Kleinheit ſeiner Maſſe nicht zu compenſiren ſcheint, ſo regt doch die ſchon als ſicher ergründete Veränderung der magnetiſchen Declination im Verlauf eines Mondtages, lunar-diurnal magnetic variation (Sabine im Report to the Brit. Association at Liverpool 1854 p. 11 und für Hobarton in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 6), dazu an die magnetiſchen Einflüſſe des Erd-Satelliten anhaltend zu erſpähen. Kreil hat das große Verdienſt gehabt, dieſe Beſchäftigung von 1839 bis 1852 mit vieler Sorgfalt fortzuſetzen (ſ. deſſen Abhandlung über den Einfluß des Mondes auf die horizontale Componente der magnetiſchen Erdkraft, in den Denkſchriften der Wiener Akademie der Wiſſ., mathem. naturwiſſ. Claſſe 5. B. 1853 S. 45 und Phil. Tr. for 1856 Art. XXII). Da ſeine mehrjährigen, zu Mailand und Prag angeſtellten Beobachtungen die Behauptung unterſtützten, daß beide der Mond wie die Sonnenflecken eine zehnjährige Declinations-Periode verurſache, ſo veranlaßte dieſe wichtige Behauptung den General Sabine zu einer großen Arbeit. Er fand, daß der ſchon für Toronto in Canada bei Anwendung einer eigenthümlichen, ſehr genauen Rechnungsform ergründete alleinige Einfluß der Sonne auf eine zehnjährige Periode ſich in allen drei Elementen des Erd-Magnetismus (Phil. Tr. for 1858 p. 361) durch den Reichthum von achtjährigen ſtündlichen Beobachtungen, zu Hobarton vom Januar 1841 bis December 1848 angeſtellt, wiedererkennen laſſe. Beide Hemiſphären gaben ſo daſſelbe Reſultat für die Wirkung der Sonne, ſo wie zugleich auch die Gewißheit: "that the lunar-diurnal variation corresponding to different years shows no conformity to the inequality manifested in those of the solar-diurnal variation. The earth's inductive action, reflected from the moon, must be of a very little amount.". Sabine in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 7 und in den Proceedings of the Royal Soc. Vol. VIII. No. 20 p. 404.) Da der magnetiſche Theil dieſes Bandes vor faſt drei Jahren gedruckt worden iſt, ſo ſchien es für dieſen, mir ſo lange beſchäftigten Gegenſtand beſonders nothwendig, ihn durch einige Nachträge zu ergänzen.

§) Kreil, Einfluß des Mondes auf die magnetiſche Declination 1852 S. 27, 28 und 56.

als das Product einer einzigen Kraft auftritt, kann, wie beim Monde, erst durch Ausscheidung vieler fremdartigen Störungs-Elemente als für sich bestehend erkannt werden.

Werden nun auch bis jetzt die entschiedensten und größten Variationen in den Aeußerungen des tellurischen Magnetismus nicht durch Maxima und Minima des Temperatur-Wechsels befriedigend erklärt; so ist doch wohl nicht zu bezweifeln, daß die große Entdeckung der polarischen Eigenschaft des Sauerstoffs in der gasförmigen Erdumhüllung, bei tieferer und vollständigerer Einsicht in den Proceß magnetischer Thätigkeit, in naher Zukunft zum Verstehen der Genesis dieses Processes ein Element darbieten wird. Es ist bei dem harmonischen Zusammenwirken aller Kräfte undenkbar, daß die eben bezeichnete Eigenschaft des Sauerstoffs und ihre Modification durch Temperatur-Erhöhung keinen Antheil an dem Hervorrufen magnetischer Erscheinungen haben sollte.

Ist es, nach Newton's Ausspruch, sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern (zu einem und demselben Planetensystem) gehören, großentheils dieselben sind *); so steht durch inductive Schlußart zu vermuthen, daß nicht auf unserem Erdball allein der gravitirenden Materie eine electro-magnetische Thätigkeit verliehen sei. Die entgegengesetzte Annahme würde kosmische Ansichten mit dogmatischer Willkühr einengen. Coulomb's Hypothese über den Einfluß der magnetischen Sonne auf die magnetische Erde widerspricht keiner Analogie des Erforschten.

Wenn wir nun zu der rein objectiven Darstellung der magnetischen Erscheinungen übergehen, wie sie unser Planet in den verschiedenen Theilen seiner Oberfläche und in seinen verschiedenen Stellungen zum Centralkörper darbietet; so müssen wir in den numerischen Resultaten der Messung genau die Veränderungen unterscheiden, welche in kurze oder sehr lange Perioden eingeschlossen sind. Alle sind von einander abhängig, und in dieser Abhängigkeit sich gegenseitig verstärkend oder theilweise aufhebend und störend: wie in bewegten Flüssigkeiten Wellenkreise, die sich durchschneiden. Zwölf Objecte bieten sich der Betrachtung vorzugsweise dar:

zwei Magnetpole, ungleich von den Rotations-Polen der Erde entfernt, in jeder Hemisphäre einer; es sind Punkte des Erdsphäroids, in denen die magnetische Inclination = 90° ist und in denen also die horizontale Kraft verschwindet;

der magnetische Aequator: die Curve, auf welcher die Inclination der Nadel = 0 ist;

die Linien gleicher Declination und die, auf welchen die Declination = 0 ist (isogonische Linien und Linien ohne Abweichung);

die Linien gleicher Inclination (isoklinische Linien);

die vier Punkte größter Intensität der magnetischen Erdkraft, zwei von ungleicher Stärke in jeder Hemisphäre;

die Linien gleicher Erdkraft (isodynamische Linien);

die Wellenlinie, welche auf jedem Meridian die Erdpunkte schwächster Intensität der Kraft mit einander verbindet und auch bisweilen ein dynamischer Aequator genannt †) worden ist; es fällt diese Wellenlinie weder mit dem geographischen noch mit dem magnetischen Aequator zusammen;

die Begrenzung der Zone meist sehr schwacher Intensität, in der die stündlichen Veränderungen der Magnetnadel, nach Verschiedenheit der Jahreszeiten, abwechselnd vermittelnd ‡) an den Erscheinungen beider Halbkugeln Theil nehmen.

---

*) Kosmos 1. Buch S. 65, auf die Meteorsteine angewandt; wie 3. Buch S. 609.

†) Vergl. Mary Somerville in ihrer kurzen, aber lichtvollen, auf Sabine's Arbeiten gegründeten Darstellung des Erd-Magnetismus, Physical Geography Vol. II. p. 102. Sir John Ross, der diese Curve schwächster Intensität auf seiner großen antarctischen Expedition Dec. 1839 durchschnitt (lat. 19° südl. und long. 31° 35′ westl.), und das große Verdienst hat ihre Lage in der südlichen Hemisphäre zuerst bestimmt zu haben, nennt sie den Equator of less intensity. S. dessen Voy. to the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 22.

‡) "*Stations of an intermediate* character situated

Ich habe in dieser Aufzählung das Wort Pol allein für die zwei Erdpunkte, in denen die horizontale Kraft verschwindet, beibehalten, weil oft, wie schon bemerkt worden ist, in neuerer Zeit diese Punkte (die wahren Magnetpole), in denen die Intensitäts-Maxima keinesweges liegen, mit den vier Erdpunkten größter Intensität verwechselt worden sind. *) Auch hat Gauß gezeigt, daß es schädlich sei die Chorde, welche die beiden Punkte verbindet, in denen auf der Erdoberfläche die Neigung der Nadel = 90° Grad ist, durch die Benennung: magnetische Achse der Erde auszeichnen zu wollen. †) Der innige Zusammenhang, welcher zwischen den hier aufgezählten Gegenständen herrscht, macht es glücklicherweise möglich die verwickelten Erscheinungen des Erd-Magnetismus nach drei Aeußerungen der einigen, thätigen Kraft (Intensität, Inclination und Declination) unter drei Gesichtspunkte zu concentriren.

Intensität.

Die Kenntniß des wichtigsten Elements des tellurischen Magnetismus, die unmittelbare Messung der Stärke der totalen Erdkraft, ist spät erst der Kenntniß von den Verhältnissen der Richtung dieser Erdkraft in horizontaler und verticaler Ebene (Declination und Inclination) gefolgt. Die Schwingungen, aus deren Dauer die Intensität geschlossen wird, sind erst am Schluß des 18ten Jahrhunderts ein Gegenstand des Experiments, in der ersten Hälfte des 19ten ein Gegenstand ernster und fortgesetzter Untersuchung geworden. Graham (1723) maß die Schwingungen seiner Inclinations-Nadel in der Absicht, zu versuchen, ob sie ‡) constant wären, und um das Verhältniß der sie dirigirenden Kraft zur Schwere zu finden. Der erste Versuch, die Intensität des Magnetismus an von einander weit entfernten Punkten der Erde durch die Zahl der Oscillationen in gleichen Zeiten zu prüfen, geschah durch Mallet (1769). Er fand mit sehr unvollkommenen Apparaten die Zahl der Oscillationen zu Petersburg (Br. 59° 56′) und zu Ponoi (67° 4′) völlig gleich, §) worauf die, bis auf Cavendish fortgepflanzte, irrthümliche Meinung entstand, daß die Intensität der Erdkraft unter allen Zonen dieselbe sei. Borda hatte zwar nie, wie er mir oft erzählt, aus theoretischen Gründen diesen Irrthum getheilt, eben so wenig als vor ihm Le Monnier; aber auch Borda hinderte die Unvollkommenheit seiner Neigungs-Nadel (die Friction, welche dieselbe auf den Zapfen erlitt) Unterschiede der Magnetkraft während seiner Expedition nach den canarischen Inseln (1776) zwischen Paris, Toulon, Santa Cruz de Teneriffa und Gorée in Senegambien, in einem Raume von 35 Breitengraden, zu entdecken (Voyage de la Péreuse T. I. p. 162). Mit verbesserten Instrumenten wurden zum ersten Male diese Unterschiede auf der unglücklichen Expedition von La Pérouse in den Jahren 1785 und 1787 von Lamanon aufgefunden und von Macao aus dem Secretär der Pariser Akademie mitgetheilt. Sie blieben, wie ich schon früher (4. Buch S. 668) erinnert, unbeachtet und, wie so vieles andere, in den akademischen Archiven vergraben.

Die ersten veröffentlichten Intensitäts-Beobachtungen, ebenfalls auf Borda's Aufforderung angestellt, sind die meiner Reise nach den Tropenländern des Neuen Continents von den Jahren 1798—1804. Frühere von meinem Freunde de Rossel (1791 und 1794) in den indischen Meeren eingesammelte Resultate über die magnetische Erdkraft sind erst vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Mexico im Drucke erschienen. Im Jahre 1829 wurde mir der Vorzug, die Arbeit über Intensität und Inclination von

---

between the northern and southern magnetic hemispheres, partaking, although in opposite seasons, of those contrary features which separateley prevail (in the two hemispheres) throughout the year." Sabine in den Phil. Transact for 1847 P. I. p. 53 und 57.

*) Der Pole of Intensity ist nicht der Pole of Verticity; Phil. Transact for 1846 P. III. p. 255.

†) Gauß, allgem. Theorie des Erd-Magnetismus § 31.

‡) Philos. Transact. Vol. XXXIII. for 1724, 1725 p. 342 ("to try, if the Dip and Vibrations are constant and regular").

§) Novi Comment. Acad. scient. Petropol. T. XIV. pro anno 1769 Pars 2 p. 83. S. auch Le Monnier, Lois du Magnétisme comparées aux observations 1776 p. 50.

der Südsee aus noch volle 188 Längengrade gegen Osten bis in die chinesische Dzungarei fortsetzen zu können, und zwar ⅔ dieser Erdhälfte durch das Innere der Continente. Die Unterschiede der Breite sind 72° (von 60° nördlicher bis 12° südlicher Breite) gewesen.

Wenn man die Richtung der einander umschließenden isodynamischen Linien (Curven gleicher Intensität) sorgfältig verfolgt und von den äußeren, schwächeren, zu den inneren, allmälig stärkeren, übergeht: so werden bei der Betrachtung der tellurischen Kraftvertheilung des Magnetismus für jede Hemisphäre, in sehr ungleichen Abständen von den Rotations- wie von den Magnetpolen der Erde zwei Punkte (foci) der Maxima der Intensität, ein stärkerer und ein schwächerer erkannt. Von diesen 4 Erdpunkten liegt in der nördlichen Hemisphäre*) der stärkere (amerikanische) in Br. + 52° 19′ und Länge 94° 20′ W., der schwächere (oft der sibirische genannt) in Br. + 70°? Länge 117° 40′ O., vielleicht einige Grade minder östlich. Auf der Reise von Parschinsk nach Jakutsk fand Erman (1829) die Curve der größten Intensität (1,742) bei Berezowski Ostrow in Länge 115° 31′ O., Br. + 59° 44′ (Erman, Magnet. Beob. S. 172 und 540; Sabine in den Phil Transact. for 1850 P. I. p. 218). Von beiden Bestimmungen ist die des amerikanischen Focus, besonders der Breite nach sichrere, „der Länge nach wahrscheinlich etwas zu westlich". Das Oval, welches den stärkeren nördlichen Focus einschließt, liegt demnach im Meridian des Westendes des Lake Superior, zwischen der südlichen Extremität der Hudsonsbai und der des canadischen Sees Winipeg. Man verdankt diese Bestimmung der wichtigen Landexpedition des ehemaligen Directors der magnetischen Station von St. Helena, des Artillerie-Hauptmanns Lefroy, im Jahr 1843. „Das Mittel der Lemniscate, welche den stärkeren und schwächeren Focus verbindet, scheint nordöstlich von der Berings-Straße, näher dem asiatischen Focus als dem amerikanischen, zu liegen."

Als ich in der peruanischen Andeskette der südlichen Hemisphäre, in Breite — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W., den magnetischen Aequator, die Linie, auf der die Neigung = 0 ist, zwischen Micuipampa und Caxamarca (1802) durchschnitt, und von diesem merkwürdigen Punkte an die Intensität gegen Norden und Süden hin wachsen sah; so entstand in mir, da es damals und noch lange nachher an allen Vergleichungspunkten fehlte, durch eine irrige Verallgemeinerung des Beobachteten, die Meinung: daß vom magnetischen Aequator an die Magnetkraft der Erde bis nach beiden Magnetpolen ununterbrochen wachse, und daß wahrscheinlich in diesen (da, wo die Neigung = 90° wäre) das Maximum der Erdkraft liege. Wenn man zum ersten Male einem großen Naturgesetz auf die Spur kommt, so bedürfen die früh aufgefaßten Ansichten meist einer späteren Berichtigung. Sabine †) hat durch eigene Beobachtungen (1818 bis 1822), die er in sehr verschiedenen Zonen anstellte wie durch scharfsinnige Zusammenstellung vieler fremder (da die Schwingungs-Versuche von verticalen und horizontalen Nadeln nach und nach allgemeiner wurden) erwiesen: daß Intensität und Neigung sehr verschiedenartig modificirt werden; daß das Minimum der Erdkraft in vielen Punkten fern von dem magnetischen Aequator liege; ja daß in den nördlichsten Theilen von Canada und des arctischen Hudsonlandes, von Br. 52° ½ bis zum Magnetpole (Br. 70°), unter dem Meridian von ohngefähr 94° bis 95° westl. Länge, die Intensität, statt zu wachsen, abnimmt. In dem von Lefroy aufgefundenen canadischen Focus der größten Intensität in der nördlichen Hemisphäre war 1845 die Neigung der

*) Es ist zu erinnern, daß bei den astronomischen Ortsbestimmungen das Zeichen + vor der Zahl die nördliche, das Zeichen — vor derselben die südliche Breite ausdrückt; wie O. und W. nach den Längengraden stets den östlichen oder westlichen Abstand vom Meridian von Paris, nicht von Greenwich (wenn in einigen Fällen es nicht ausdrücklich bemerkt ist), andeuten. Wo einzelne Abhandlungen des Obersten Sabine nicht namentlich in den Anmerkungen des Kosmos citirt sind, ist in dem Abschnitt vom tellurischen Magnetismus durch Anführungszeichen kenntlich gemacht, was den handschriftlichen Mittheilungen jenes mir befreundeten Gelehrten entnommen wurde.

†) Fifth Report of the British Association p. 72, seventh Report p. 54 and 68; Contributions to terrestrial Magnetism No. VII in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 254.

Nadel erſt 73° 7′, und in beiden Hemiſphären findet man die Maxima der Erdkraft nähe vergleichungsweiſe geringer Neigung.*)

So vortrefflich und reichhaltig auch die Fülle der Intenſitäts-Beobachtungen iſt, die wir den Expeditionen von Sir James Roß, von Moore und Clerk in den antarctiſchen Polarmeeren verdanken, ſo bleibt doch noch über die Lage des ſtärkeren und ſchwächeren Focus in der ſüdlichen Halbkugel viel Zweifel übrig. Der erſte der eben genannten Seefahrer hat die iſodynamiſchen Curven vom höchſten Werth der Intenſität mehrfach durchſchnitten, und nach einer genauen Discuſſion ſeiner Beobachtungen ſetzt Sabine den einen Focus in Br. — 64° und Länge 135° 10′ Oſt. Roß ſelbſt, in dem Bericht †) ſeiner großen Reiſe, vermuthet den Focus in der Nähe der von d'Urville entdeckten Terre d'Adélie, alſo ungefähr in Br. — 67°, Länge 137° 40′ Oſt. Dem anderen Focus meint er ſich zu nahen in — 60° Br. und 127° 20′ weſtlicher Länge; war aber doch geneigt denſelben viel ſüdlicher, unweit des Magnetpoles, alſo in einen öſtlicheren Meridian, zu ſetzen. ‡)

Nach Feſtſetzung der Lage der 4 Maxima der Intenſität muß das Verhältniß der Kräfte ſelbſt angegeben werden. Dieſe Angaben geſchehen entweder nach dem mehrfach berührten älteren Herkommen, d. i. in Vergleich mit der Intenſität, welche ich in einem Punkte des magnetiſchen Aequators gefunden, den die peruaniſche Andeskette in Br. — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W. durchſchneidet; oder nach den früheſten Vorſchlägen von Poiſſon und Gauß in abſoluter Meſſung. ||) Nach der relativen Scale, wenn die Intenſität auf dem eben bezeichneten Erdpunkte im magnetiſchen Aequator = 1,000 geſetzt wird, ſind, da man das Intenſitäts-Verhältniß von Paris im Jahr 1827 (4. Buch S. 671) zu dem von London ermittelt hat, die Intenſitäten in dieſen zwei Städten 1,348 und 1,372. Ueberſetzt man dieſe Zahlen in die abſolute Scale, ſo würden ſie ohngefähr 10,20 und 10,38 heißen; und die Intenſität, welche für Peru = 1,000 geſetzt worden iſt, würde nach Sabine in abſoluter Scale = 7,57 ſein: alſo ſogar noch größer als die Intenſität in St. Helena, die in derſelben abſoluten Scale = 6,4 iſt. Alle dieſe Zahlen werden noch wegen Verſchiedenheit der Jahre, in denen die Vergleichungen geſchahen, neue Veränderungen erleiden. Sie ſind in beiden Scalen, der relativen (arbitrary scale) und der vorzuziehenden, abſoluten, nur als proviſoriſch zu betrachten; aber auch bei dem jetzigen unvollkommneren Grade ihrer Genauigkeit werfen ſie ein helles Licht auf die Vertheilung der Erdkraft: ein Element, über das man noch vor einem halben Jahrhunderte in der tiefſten Unwiſſenheit war. Sie gewähren, was kosmiſch am wichtigſten iſt, hiſtoriſche Ausgangspunkte für die Kraftveränderungen, welche künftige Jahrhunderte offenbaren werden, vielleicht durch Abhängigkeit der Erde von der auf ſie einwirkenden Magnetkraft der Sonne.

In der nördlichen Hemiſphäre iſt am befriedigendſten durch Lefroy die Intenſität des ſtärkeren canadiſchen Focus (unter Br. + 52° 19′, Länge 94° 20′ W.) beſtimmt. Es wird dieſelbe in der relativen Scale durch 1,878 ausgedrückt, wenn die Intenſität,

---

*) Sabine im Seventh Report of the Brit. Assoc. p. 77.

†) Sir James Roß, Voy. in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. pag. 322. Der große Seefahrer durchſchnitt zweimal zwiſchen Kerguelen und Van Diemen die Curve größter Intenſität: zuerſt in Br. — 46° 44′, Länge 126° 6′ Oſt, wo die Intenſität bis 2,034 anwuchs, um öſtlich gegen Hobarton hin bis 1,824 abzunehmen (Voy. Vol. I. p. 103 und 104); dann ein Jahr ſpäter, vom 1. Januar bis 3. April 1841, wo nach dem Schiffsjournal des Erebus von Br. — 77° 47′ (Lg. 173° 21′ O.) bis Br. — 51° 16′ (Lg. 134° 30′ O.) die Intenſitäten ununterbrochen über 2,00, ſelbſt 2,07 waren (Philos. Transact. for 1843 P. II. p. 211—215). Sabine's Reſultat für den einen Focus der ſüdlichen Halbkugel (Br. — 64°, Lg. 135° 10′ Oſt), das ich in dem Text gegeben, iſt aus den Beobachtungen von Sir James Roß vom 19. bis 27. März 1841 genommen (crossing the southern isodynamic ellipse of 2,00 about midway between the extremities of its principal axis) zwiſchen Br. — 58° und 64° 28′, Länge 126° 20′ und 146° 0′ Oſt (Contrib. to terr. Magn. in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 252).

‡) Roß, Voyage Vol. II. p. 224. Nach den Roß-Inſtructionen wurden die beiden ſüdlichen Foci des Maximums der Intenſität vermuthet (Vol. I. p. XXXVI) in Br. — 47°, Lg. 140° O. und Br. — 66° Lg. 235° O. (Meridian von Greenwich).

||) Philos. Transact. for 1850 P. I. p. 261; Admiralty Manual 1849 p. 16; Erman, Magnetische Beob. S. 437—454.

von London 1,372 ist; in der absoluten Scale*) durch 14,21. Schon in Neu-York (Br. + 40° 42′) hatte Sabine die Magnetkraft nicht viel schwächer (1,803) gefunden. Für den schwächeren sibirischen, nördlichen Focus (Br. ? + 70°, Lg. 117° 40′ O.) wird sie von Erman in relativer Scale 1,74; von Hansteen 1,76: d. i. in absoluter Scale zu 13,3 angegeben. Die antarctische Expedition von Sir James Roß hat gelehrt, daß der Unterschied der beiden Foci in der südlichen Hemisphäre wahrscheinlich schwächer als in der nördlichen ist, aber daß jeder der beiden südlichen Foci die beiden nördlichen an Kraft überwiegt. Die Intensität ist in dem stärkeren südlichen Focus (Br. — 64°, Lg. 135° 10′ O.) in der relativen Scale †) wenigstens 2,06; in absoluter Scale 15,60: in dem schwächeren südlichen Focus‡) (Br. — 60°, Lg. 127° 20′ W.?), ebenfalls nach Sir James Roß, in relativer Scale 1,96; in absoluter Scale 14,90. Der größere oder geringere Abstand der beiden Foci derselben Hemisphäre von einander ist als ein wichtig s Element ihrer individuellen Stärke und der ganzen Vertheilung des Magnetismus erkannt worden. „Wenn auch die Foci der südlichen Halbkugel eine auffallend stärkere Intensität (in absolutem Maaß 15,60 und 14,90) darbieten als die Foci der nördlichen Halbkugel (14,21 und 13,30), so wird doch im ganzen die Magnetkraft der einen Halbkugel für nicht größer als die der anderen erachtet.

Ganz anders ist es aber, wenn man das Erdsphäroid in einen östlichen und westlichen Theil nach den Meridianen von 100° und 280° (Greenwicher Länge, von West nach Ost gerechnet) dergestalt schneidet: daß die östliche Hemisphäre (die mehr continentale) Süd-Amerika, den atlantischen Ocean, Europa, Afrika und Asien fast bis zum Baikal; die westliche (die mehr oceanische und insulare) fast ganz Nordamerika, die weite Südsee, Neu-Holland und einen Theil von Ost-Asien einschließt.“ Die bezeichneten Meridiane liegen, der eine ohngefähr 4° westlich von Singapore, der andere 13° westlich vom Cap Horn, im Meridian selbst von Guayaquil. Alle 4 Foci des Maximums der Magnetkraft, ja die zwei Magnetpole gehören der westlichen Hemisphäre an.‖)

Adolf Erman's wichtiger Beobachtung der kleinsten Intensität im atlantischen Ocean östlich von der brasilianischen Provinz Espiritu Santo (Br. — 20°, Lg. 37° 24′ W.) ward bereits im Naturgemälde §) gedacht. Er fand in relativer Scale 0,7062 (in absoluter 5,35). Diese Region der schwächsten Intensität ist auch auf der antarctischen Expedition ¶) von Sir James Roß zweimal durchschnitten worden, zwischen Br. — 19° und — 21°; ebenso von Lieut. Sulivan und Dunlop auf ihrer Fahrt nach den Falklands-Inseln.**) Auf der isodynamischen Karte des ganzen atlantischen Oceans hat Sabine die Curve der kleinsten Intensität, welche Roß den Equator of less intensity nennt, von Küste zu Küste

---

*) Auf der Karte der isodynamischen Linien von Nordamerika, die zu Sabine's Abhandlung: Contributions to terrestrial Magnetism No. VII gehört, steht aus Versehen 14,88 statt 14,21. Die letztere, wahre Zahl ist aber im Text derselben Abhandlung p. 252 zu lesen. In dem Zusatz zu Note 158 im 1sten Bande der englischen Uebersetzung des Kosmos p. 414 steht auch durch einen Druckfehler 13,9 statt 14,21.

†) Ich folge für 15,60 der Angabe in Sabine's Contrib. No. VII p. 252. Aus dem magnetischen Journal des Erebus (Philos. Transact. for 1843 P. II. p. 169 und 172) ersieht man, daß auf dem Eise am 8. Februar 1841 (in Br. — 77° 47′ und Lg. 175° 2′ W.) vereinzelte Beobachtungen selbst 2,124 gaben. Der Werth der Intensität 15,60 in absoluter Scale setzt die Intensität in Hobarton provisorisch zu 13,51 voraus (magn. and meteorol. Observations made at Hobarton Vol. I. p. LXXV). Es ist aber dieselbe neuerdings (Vol. II. p. XLVI) um etwas vergrößert worden, zu 13,56. In dem Admiralty Manual p. 17 finde ich den südlichen stärkeren Focus in 15,8 verwandelt.

‡) Sabine in der englischen Uebersetzung des Kosmos Vol. I. p. 414.

‖) S. die interessante Darstellung: Map of the World, divided into Hemispheres by a plane, coinciding with the Meridians of 100 and 280 E. of Greenwich, exhibiting the unequal distribution of the Magnetic Intensity in the two Hemispheres, Plate V; in den Proceedings of the Brit. Assoc. at Liverpool 1837 p. 72—74. Die Theilung ist, nach dem Pariser Meridian gerechnet, Länge 97° 40′ Ost und 82° 20′ West. Fast ununterbrochen fand Erman die Intensität der Erdkraft unter 0,76 (also sehr schwach) in der südlichen Zone von Br. — 24° 25′ bis Br. — 13° 18′, zwischen 37° 10′ und 35° 4′ westl. Länge.

§) Kosmos 1. Buch Seite 96.

¶) Voyage in the Southern Seas Vol. I. p. 22 und 27. S. oben S. 681.

**) S. das Schiffsjournal von Sulivan und Dunlop in den Philos. Transact. for 1840 P. I. p. 143. Sie fanden als Minimum aber nur 0,800.

dargestellt. Sie schneidet das west-afrikanische Littoral von Bengnela bei der portugiesischen Colonie Mossamedes (Br. — 15°), hat in der Mitte des Oceans ihren convexen Scheitel in Lg. 20° 20′ W., und erhebt sich zur brasilianischen Küste bis — 20° Brite. Ob nicht nördlich vom Aequator (Br. + 10° bis 12°), etwa 20 Grade östlich von den Philippinnen, eine andere Zone ziemlich schwacher Intensität (0,97 rel. Scale) liegt, werden künftige Untersuchungen in ein klareres Licht setzen.

An dem früher von mir gegebenen Verhältniß der schwächsten Erdkraft zur stärksten, die bisher aufgefunden ist, glaube ich nach den jetzt vorhandenen Materialien wenig ändern zu müssen. Das Verhältniß fällt zwischen 1: 2½ und fast 1: 3, der letzteren Zahl näher; die Verschiedenheit der Angaben*) entsteht daraus, daß man bald die Minima allein, bald Minima und Maxima zugleich etwas willkührlich verändert. Sabine†) hat das große Verdienst, zuerst auf die Wichtigkeit des dynamischen Aequators (Curve der schwächsten Intensität) aufmerksam gemacht zu haben. „Diese Curve verbindet die Punkte jedes geographischen Meridians, in denen die Erdkraft am geringsten ist. Sie läuft in vielfachen Undulationen um den Erdkreis; zu beiden Seiten derselben nimmt die Erdkraft gegen die höheren Breiten jeglicher Hemisphäre zu. Sie bezeichnet dergestalt die Grenze zwischen den beiden magnetischen Halbkugeln auf eine noch entschiednere Weise als der magnetische Aequator, auf welchem die Richtung der Magnetkraft senkrecht auf der Richtung der Schwerkraft steht. Für die Theorie des Magnetismus ist alles, was sich unmittelbar auf die Kraft bezieht, von noch größerer Wichtigkeit, als was sich auf die Richtung der Nadel, auf ihre horizontale oder senkrechte Stellung, bezieht. Die Krümmungen des dynamischen Aequators sind mannigfach, da sie von Kräften abhangen, welche vier Punkte (Foci) der größten Erdkraft, unsymmetrisch und unter sich wiederum an Stärke verschieden, hervorbringen. Merkwürdig in diesen Inflexionen ist besonders die große Convexität gegen den Südpol im atlantischen Ocean, zwischen den Küsten von Brasilien und dem Vorgebirge der guten Hoffnung.

Nimmt die Intensität der Erdkraft in uns erreichbaren Höhen bemerkbar ab? im Inneren der Erde bemerkbar zu? Das Problem, welches diese Fragen zur Lösung vorlegen, ist für Beobachtungen, die in oder auf der Erde gemacht werden, überaus complicirt: weil, um die Wirkung beträchtlicher Höhen auf Gebirgsreisen mit einander zu vergleichen, wegen der großen Masse der Berge die oberen und unteren Stationen selten einander nahe genug liegen; weil die Natur des Gesteins und die gangartig einbrechenden, nicht sichtbaren Mineralien, ja die nicht genugsam bekannten stündlichen und zufälligen Veränderungen der Intensität bei nicht ganz gleichzeitigen Beobachtungen die Resultate modificiren. Es wird so oft der Höhe (oder Tiefe) allein zugeschrieben, was beiden keineswegs angehört. Zahlreiche Bergwerke, welche ich in Europa, in Peru, Mexico und Sibirien zu sehr beträchtlichen Tiefen besucht, haben mir nie Localitäten dargeboten, die irgend ein Vertrauen‡) einflößen konnten. Dazu sollte man bei Angabe der Tiefen die perpendicularen Unterschiede + und —, vom Meerhorizonte an gerechnet, (der eigentlichen mittleren Oberfläche des Erdsphäroids) nicht außer Acht lassen. Die Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen

*) Man erhält 1:2,44, wenn man in absoluter Scale St. Helena 6,4 mit dem stärkeren Focus am Südpol 15,60 vergleicht; 1:2,47 durch Vergleichung von St. Helena mit dem zu 15,8 vergrößerten südlichen Maximum (Admir. Manual p. 17); 1:2,91 durch Vergleichung in relativer Scale von Erman's Beobachtung im atlantischen Ocean (0,706) mit dem südlichen Focus (2,06); ja selbst 1:2,95, wenn man in absoluter Scale die schwächste Angabe desselben ausgezeichneten Reisenden (5,35) mit der stärksten Angabe für den südlichen Focus (15,8) zusammenstellt. Eine Mittelzahl wäre 1:2,69. Vergl. für die Intensität von St. Helena (6,4 in absoluter oder 0,845 in relativer Scale) die frühesten Beobachtungen von Fitz-Roy (0,836) Philos. Transact. for 1847 P. I. p. 52 und Proceedings of the meeting at Liverpool p. 56.

†) Vergl. die engl. Uebers. des Kosmos Vol. I. p. 413 und Contrib. to terrestr. Magnetism. No VII p. 256.

‡) Welche Art der Täuschung kann in den Kupferbergwerken von Fleuu zu dem Resultat geführt haben, daß im Inneren der Erde in 83 Fuß Tiefe die Horizontal-Intensität schon um 0,001 wachse? Journal de l'Institut 1845 Avril p. 146. In einem sehr tiefen Bergwerke, 950 Fuß unter dem Niveau, fand Henwood gar keine Zunahme der Kraft (Forster, Treatise on Magn p. 275).

haben faſt 2000 Fuß abſoluter Tiefe erreicht, und gelangen doch nur zu einer Geſteinſchicht die drittehalb-hundert Fuß über dem Meeresſpiegel liegt. *) Ganz andere und günſtigere Verhältniſſe bieten die Luftfahrten dar. Gay-Luſſac hat ſich bis zu 21,600 Fuß Höhe über Paris erhoben; alſo iſt die größte relative Tiefe, welche man in Europa mit Bohrlöchern erreicht hat, kaum 1/10 jener Höhe. Meine eigenen Gebirgs-Beobachtungen zwiſchen den Jahren 1799 und 1806 haben mir die Abnahme der Erdkraft mit der Höhe im ganzen wahrſcheinlich gemacht, wenn gleich (aus den oben angeführten Störungs-Urſachen) mehrere Reſultate dieſer vermutheten Abnahme widerſprechen. Ich habe Einzelheiten aus meinen 125 Intenſitäts-Meſſungen in der Andeskette, den ſchweizer Alpen, Italien und Deutſchland ausgewählt und in einer Note †) zuſammengeſtellt. Die Beobachtungen gehen von der Meeresfläche bis zu einer Höhe von 14960 Fuß, bis zur Grenze des ewigen Schnees; aber die größten Höhen haben mir nicht die ſicherſten Reſultate gegeben. Am befriedigendſten ſind geweſen der ſteile Abfall der Silla de Caracas, 8105 Fuß, nach der ganz nahen Küſte von La Guayra; das, gleichſam über der Stadt Bogota ſchwebende Santuario de N^tra S^ra de Guadalupe, auf einem Abſatz gegründet an ſteiler Felswand von Kalkſtein, mit einem Höhen-Unterſchied von faſt 2000 Fuß; der Vulkan von Puracé, 8200 Fuß hoch über der Plaza mayor der Stadt Popayan. Kupffer im Kaukaſus ‡), Forbes in vielen Theilen von Europa, Laugier und Mauvais auf dem Canigou, Bravais und Martins auf dem Faulhorn und bei ihrem kühnen Aufenthalte ganz nahe dem Gipfel des Montblanc haben allerdings die mit der Höhe abnehmende Intenſität des Magnetismus bemerkt; ja die Abnahme ſchien nach der allgemeinen Discuſſion von Bravais ſogar ſchneller in den Pyrenäen als in der Alpenkette. ||)

Quetelet's ganz entgegengeſetzte Reſultate auf einer Reiſe von Genf nach dem Col de Balme und dem Großen Bernhard machen, zu einer endlichen und entſcheidenden Beantwortung einer ſo wichtigen Frage, es doppelt wünſchenswerth, daß man ſich von der Erd-

*) Kosmos 1. Buch S. 79; 4. Buch S. 655.

†) Eine Verminderung der Magnet-Intenſität mit der Höhe folgt in meinen Beobachtungen aus den Vergleichungen der Silla de Caracas (8105 Fuß über dem Meere; Kraft 1,188) mit dem Hafen la Guayra (Höhe 0 F.; Kraft 1,262) und der Stadt Caracas (Höhe 2484 F.: Kraft 1,209); aus der Vergleichung der Stadt Santa Fé de Bogota (Höhe 8190 F.; Kraft 1,147) mit der Capelle von Nuestra Señora de Guadalupe (Höhe 10128 F.; Kraft 1,127), die in größter Nähe unmittelbar an einer ſteilen Felswand wie ein Schwalbenneſt über der Stadt hängt; aus der Vergleichung des Vulkans von Puracé (Höhe 13650 F.; Kraft 1,077) mit dem Gebirgsdorfe Puracé (Höhe 8166 F.; Kraft 1,087) und mit der nahen Stadt Popayan (Höhe 5466 F.; Kraft 1,117); aus der Vergleichung der Stadt Quito (Höhe 8952 F.; Kraft 1,067) mit dem Dorfe San Antonio de Lulumbamba (Höhe 7650 F.; Kraft 1,087), in einer nahen Felskluft liegend, unmittelbar unter dem geographiſchen Aequator. Widerſprechend waren die häufigſten Oſcillations-Verſuche, die ich ſo gemacht, in einer Höhe von 14960 Fuß, an dem Abhange des längſt erloſchnen Vulkans Antiſana, gegenüber dem Chuſſulongo. Die Beobachtung mußte in einer weiten Höhle angeſtellt werden, und die ſo große Vermehrung der Intenſität war gewiß Folge einer magnetiſchen Local-Attraction der Gebirgsart, des Trachyts: wie Verſuche bezeugen, die ich mit Gay-Luſſac im Krater ſelbſt des Veſuvs und an den Kraträndern gemacht. Die Intenſität fand ich in der Höhle am Antiſana bis 1,188 erhöht, wenn ſie umher in niederen Hochebenen kaum 1,068 war. Die Intenſität im Hoſpiz des St. Gotthard (1,313) war größer als die von Airolo (1,309), aber kleiner als die von Altorf (1,322); Airola dagegen übertraf die Intenſität des Urſern-Lochs (1,307). Eben ſo fanden wir, Gay-Luſſac und ich, im Hoſpiz des Mont Cenis die Intenſität 1,344, wenn dieſelbe in Lans le Bourg am Fuße des Mont Cenis 1,323, in Turin 1,336 war. Die größten Widerſprüche bot uns natürlich, wie ſchon oben bemerkt, der noch brennende Veſuv dar. Wenn 1805 die Erdkraft in Neapel 1,274 und in Portici 1,288 war, ſo ſtieg ſie in der Einſiedelei von San Salvador zu 1,302, um im Krater des Veſuvs tiefer als in der ganzen Umgegend, zu 1,193, herabzuſinken. Eiſengehalt der Laven, Nähe magnetiſcher Pole einzelner Stücke und die, im ganzen wohl ſchwächend wirkende Erhitzung des Bodens bringen die entgegengeſetzteſten Local-Störungen hervor. Vergl. mein Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 619—626 und Mém. de la société d'Arcueil T. I. 1807 p. 17—19.

‡) Kupffer's Beobachtungen beziehen ſich nicht auf den Gipfel des Elbrus, ſondern auf den Höhen-Unterſchied (1500 Fuß) von zwei Stationen: Brücke von Malya und Bergabhang von Kharbis, die leider in Länge und Breite beträchtlich verſchieden ſind. Ueber die Zweifel, welche Necker und Forbes in Betreff auf das Reſultat erhoben haben, ſ. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XIV. 1840 p. 23—25.

||) Vergl. Laugier und Mauvais in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 1175 und Bravais, Observ. de l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Phys. 3ème Série T. XVIII. 1846 p. 214; Kreil, Einfluß der Alpen auf die Intenſität in den Denkſchriften der Wiener Akad. der Wiſſ., mathem. naturwiſſ. Cl. Bd. I. 1850 S. 265, 279 und 290. Um ſo auffallender iſt es, daß ein ſehr genauer Beobachter, Quetelet, im Jahr 1830 die Horizontal-Intenſität von Genf (1,080) zum Col de Balme (1,091), ja zum Hoſpiz des heil. Bernhard (1,096) mit der Höhe hat zunehmen ſehen. Vergl. Sir David Brewſter, Treatise on Magn. p. 275.

oberfläche gänzlich entferne und von dem einzigen ſicheren, ſchon im Jahre 1804 von Gay-Luſſac, erſt gemeinſchaftlich mit Biot (24. Auguſt) und dann allein (16. September), angewandten Mittel des Aeroſtats, in einer Reihe auf einander folgender Verſuche, Gebrauch mache. Oſcillationen, in Höhen von mehr als 18000 Fuß gemeſſen, können uns jedoch über die in der freien Atmoſphäre fortgepflanzte Erdkraft nur dann mit Sicherheit belehren, wenn vor und nach der Luftfahrt die Temperatur-Correction in den angewandten Nadeln auf das genaueſte ermittelt wird. Die Vernachläſſigung einer ſolchen Correction hatte aus den Verſuchen Gay-Luſſac's das irrige Reſultat ziehen laſſen, daß die Erdkraft bis 21000 Fuß Höhe dieſelbe bliebe:*), während umgekehrt der Verſuch eine Abnahme der Kraft erwies, wegen Verkürzung der obſcillirenden Nadel in der oberen kalten Region. †) Auch ist Faraday's glänzende Entdeckung der paramagnetiſchen Kraft des Oxygens bei dem Gegenſtande, welcher uns hier beſchäftigt, keineswegs außer Acht zu laſſen. Der große Phyſiker macht ſelbſt darauf aufmerkſam, daß in den hohen Schichten der Atmoſphäre die Abnahme der Intenſität gar nicht blos in der Entfernung von der Urquelle der Kraft (dem feſten Erdkörper) zu ſuchen ſei; ſondern daß ſie eben ſo gut von dem ſo überaus verdünnten Zuſtande der Luft herrühren könne, da die Quantität des Oxygens in einem Cubikfuß atmoſphäriſcher Luft oben und unten verſchieden ſei. Mir ſcheint es indeß, daß man zu nicht mehr berechtigt ſei als zu der Annahme: daß die mit der Höhe und Luftverdünnung abnehmende paramagnetiſche Eigenſchaft des ſauerſtoffhaltigen Theils der Atmoſphäre für eine *mitwirkend modificirende* Urſach angeſehen werden müſſe. Veränderungen der Temperatur und der Dichtigkeit durch aufſteigende Luftſtröme verändern dann wiederum ſelbſt das Maaß dieſer Mitwirkung. ‡) Solche Störungen nehmen einen variablen und recht eigentlich localen Charakter an, wirken im Luftkreiſe wie die Gebirgsarten auf der Oberfläche der Erde. Mit jedem Fortſchritt, deſſen wir uns in der Analyſe der gasartigen Umhüllung unſeres Planeten und ihrer phyſiſchen Eigenſchaften zu erfreuen haben, lernen wir gleichzeitig neue Gefahren in dem wechſelnden Zuſammenwirken der Kräfte kennen: Gefahren, die zu größerer Vorſicht in den Schlußfolgen mahnen.

Die Intenſität der Erdkraft, an beſtimmten Punkten der Oberfläche unſeres Planeten gemeſſen, hat, wie alle Erſcheinungen des telluriſchen Magnetismus, ihre ſtündlichen und auch ihre ſeculären Variationen. Die erſteren wurden auf Parry's dritter Reiſe von dieſem verdienſtvollen Seefahrer und von Lieutenant Foſter (1825) in Port Bowen deutlich erkannt. Die Zunahme der Intenſität vom Morgen zum Abend iſt in den mittleren Breiten ein Gegenſtand der ſorgfältigſten Unterſuchungen geweſen von Chriſtie ||), Arago, Hanſteen, Gauß und Kupffer. Da horizontale Schwingungen trotz der jetzigen großen Vollkommenheit der Neigungs-Nadeln den Schwingungen dieſer vorzuziehen ſind, ſo iſt die ſtündliche Variation der totalen Intenſität nicht ohne die genaueſte Kenntniß von der ſtündlichen Variation der Neigung zu erhalten. Die Errichtung von magnetiſchen Stationen in der nördlichen und ſüdlichen Hemiſphäre hat den großen Vortheil gewährt, die allerzahlreichſten und zugleich auch die allerſicherſten Reſultate zu liefern. Es genügt hier zwei Erdpunkte §) auszuwählen, „die, beide außerhalb der Tropen, dieſſeits und jenſeits des Aequators faſt in gleicher Breite liegen: Toronto in Canada + 43° 39′, Hobarton auf Van Diemen — 42° 53′; bei einem Längen-Unterſchiede von ungefähr 15 Stunden. Die gleichzeitigen ſtündlichen Beobachtungen des Magnetismus gehören in Einer Station den Wintermonaten an, wenn ſie in der anderen in die Sommermonate fallen. Was in der einen am Tage gemeſſen wird, gehört in der anderen meiſt der Nacht zu. Die Abweichung

*) Annales de Chimie T. LII. (1805) p. 86—87.

†) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1836 p. 287, Forbes in den Edinburgh Transact. Vol. XIV. (1840) p. 22.

‡) Faraday, Exper. Researches in Electricity 1851 p. 53 und 77 § 2881 und 2961.

||) Chriſtie in den Philos. Transact. for 1825 p. 49.

§) Sabine on periodical laws of the larger magnetic disturbances in de Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 126; derſelbe on the annual variation of the magn. Declin. in den Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 436.

iſt in Toronto weſtlich 1° 33′, in Hobarton öſtlich 9° 57′; Inclination und Intenſität ſind einander ähnlich: erſtere in Toronto gegen Norden (75° 15′), in Hobarton gegen Süden (70° 34′) geneigt; letztere (die ganze Erdkraft) iſt in Toronto in abſoluter Scale 13,90; in Hobarton 13,56. Unter dieſen zwei ſo wohl ausgewählten Stationen zeigt*) nach Sabine's Unterſuchung die in Canada für die Intenſität vier, die auf Van Diemen nur zwei Wendepunkte. In Toronto hat nämlich die Variation der Intenſität ein Haupt-Maximum um 6 Uhr und ein Haupt-Minimum um 14 Uhr; ein ſchwächeres, ſecundäres Maximum um 20 Uhr, ein ſchwächeres, ſecundäres Minimum um 22 Uhr. Dagegen befolgt der Gang der Intenſität in Hobarton die einfache Progreſſion von einem Maximum zwiſchen 5 und 6 Uhr zu einem Minimum zwiſchen 20 und 21 Uhr, wenn gleich die Inclination dort wie in Toronto ebenfalls 4 Wendepunkte hat.†) Durch die Vergleichung der Inclinations-Variationen, mit denen der horizontalen Kraft iſt ergründet worden, daß in Canada in den Wintermonaten, wenn die Sonne in den ſüdlichen Zeichen ſteht, die ganze Erdkraft ſtärker iſt als in den Sommermonaten derſelben Hemiſphäre; eben ſo iſt auf Van Diemen's Land die Intenſität (d. h. die ganze Erdkraft) ſtärker als der mittlere Jahreswerth vom October bis Februar im Sommer der ſüdlichen Hemiſphäre, ſchwächer vom April zum Auguſt. Nicht Unterſchiede der Temperatur, ſondern der geringere Abſtand des magnetiſchen Sonnenkörpers von der Erde bewirken nach Sabine‡) dieſe Verſtärkung des telluriſchen Magnetismus. In Hobarton iſt die Intenſität im dortigen Sommer in abſoluter Scale 13,574; im dortigen Winter 13,543. Die ſecularе Veränderung der Intenſität iſt bis jetzt nur auf eine kleine Zahl von Beobachtungen gegründet. In Toronto ſcheint ſie von 1845 bis 1849 einige Abnahme erlitten zu haben. Die Vergleichung meiner Beobachtungen mit denen von Rudberg in den Jahren 1806 und 1832 giebt für Berlin daſſelbe Reſultat.‖)

Inclination.

Die Kenntniß der iſokliniſchen Curven (Linien gleicher Inclination), wie die der ſie beſtimmenden, ſchnelleren oder langſameren, Zunahme der Inclination von dem magnetiſchen Aequator an, wo die Inclination = 0 iſt, bis zu dem nördlichen und ſüdlichen Magnetpole, wo die horizontale Kraft verſchwindet, hat beſonders in der neueren Zeit an Wichtigkeit noch dadurch gewonnen, daß das Element der totalen magnetiſchen Erdkraft aus der mit überwiegender Schärfe zu meſſenden horizontalen Intenſität nicht ohne eine genaue Kunde der Inclination abgeleitet werden kann. Die Kunde von der geographiſchen Lage des einen und des anderen Magnetpoles verdankt man den Beobachtungen und der wiſſenſchaftlichen Thätigkeit eines und deſſelben kühnen Seefahrers, Sir James Roß: im Norden während der zweiten Expedition §) ſeines Onkels Sir John Roß (1829—1833), im Süden während der von ihm ſelbſt befehligten antarctiſchen Expedition (1839—1843). Der nördliche Magnetpol (Br. +

*) Observ. made at the magn. and meteor. Observatory at Toronto Vol. I. (1840—1842) p. LXII.

†) Sabine in magn. and meteor. Observations at Hobarton Vol. I. p. LXVIII. "There is also a correspondence in the range and turning hours of the diurnal variation of the total force at Hobarton and at Toronto, although the progression is a *double* one at Toronto and a single one at Hobarton." Die Zeit des Maximums der Intenſität iſt in Hobarton zwiſchen 8 und 9 Uhr Morgens, und ebenſo um 10 Uhr Morgens das ſecundäre oder ſchwächere Minimum in Toronto; alſo folgt nach der Zeit des Orts das Zunehmen und Abnehmen der Intenſität denſelben Stunden: nicht den entgegengeſetzten, wie bei der Inclination und der Declination. S. über die Urſachen dieſer Erſcheinung p. LXIX. (Vergl. auch Faraday, Atmospheric Magnetism § 3027—3034.)

‡) Philos. Transact for 1850 P. I. p. 215—217; Magnet. Observ. at Hobarton Vol. II. (1852) p. XLVI. Die Intenſität (totale Kraft) eigt am Vorgebirge der guten Hoffnung in entgegengeſetzten Jahreszeiten weniger Unterſchied als die Inclination; Magn. Observ. made at the Cape of Good Hope Vol. I. (1851) p. LV.

‖) S. den magnetiſchen Theil meiner Asie centrale T. III. p. 442.

§) Sir John Barrow, Arctic Voyages of discovery 1846 p. 521 un. 529.

70° 5′, Lg. 99° 5′ W.) ist fünf Breitengrade entfernter von dem Rotations-Pol der Erde als der südliche (Br. — 75° 5′, Lg. 151° 48′ O.); auch hat der südliche Magnetpol 109° mehr westliche Länge vom Meridian von Paris als der nördliche Magnetpol. Letzterer gehört der großen, dem amerikanischen Continent sehr genäherten Insel Boothia Felix, einem Theile des von Cap. Parry früher North Somerset genannten Landes, an. Er liegt wenig ab von der westlichen Küste von Boothia Felix, unfern des Vorgebirges Adelaide, das in King William's Sea und Victoria Street vortritt.*) Den südlichen Magnetpol hat man nicht unmittelbar, wie den nördlichen, erreichen können. Am 17. Febr. 1841 war der Erebus bis Br. — 76° 12′ und Lg. 161° 40′ Ost gelangt; die Inclination war aber erst 88° 40′: man glaubte sich also noch an 160 englische Seemeilen von dem südlichen Magnetpole entfernt. †) Viele und genaue Declinations-Beobachtungen (die Intersection der magnetischen Meridiane bestimmend) machen es sehr wahrscheinlich, daß der Süd-Magnetpol im Inneren des großen antarctischen Polarlandes South Victoria Land gelegen ist; westlich von den Prince Albert Mountains, die sich dem Südpol nähern und an den, über 11600 Fuß hohen, brennenden Vulkan Erebus anschließen.

Der Lage und Gestalt-Veränderung des magnetischen Aequators: der Linie, auf welcher die Neigung null ist, wurde schon im Naturgemälde (Kosmos 1. Bd. S. 190 bis 192 und 431) ausführlich gedacht. Die früheste Bestimmung des afrikanischen Knotens (der Durchkreuzung des geographischen und magnetischen Aequators) geschah von Sabine ‡) in dem Anfang seiner Pendel-Expedition 1822; später (1840) hat derselbe Gelehrte, die Beobachtungen von Duperrey, Allen, Dunlop und Sullivan zusammenstellend, eine Karte des magnetischen Aequators ||) von der afrikanischen Westküste von Biafra an (Br. + 4°, 10′ östl.), durch das atlantische Meer und Brasilien (Br. — 9°, zwischen Porto Seguro und Rio Grande) bis zu dem Punkte entworfen, wo ich, der Südsee nahe, auf den Cordilleren die nördliche Neigung habe in eine südliche übergehen sehen. Der afrikanische Knoten, als Durchschnittspunkt beider Aequatoren, lag 1837 in 0° 40′ östlicher Länge; 1825 war er gelegen in 4° 35′ O. Die seculare Bewegung des Knotens, sich entfernend von der 7000 Fuß hohen basaltischen Insel St. Thomas, war also etwas weniger als ein halber Grad im Jahre gegen Westen: wodurch dann an der afrikanischen Küste die Linie ohne Neigung sich gegen Norden wendete, während sie an der brasilianischen Küste gegen Süden herabsank. Der convexe Scheitel der magnetischen Aequatorial-Curve bleibt gegen den Südpol gerichtet, und entfernt sich im atlantischen Ocean im Maximum 16° vom geographischen Aequator. Im Inneren von Südamerika, in der Terra incognita von Matto Grosso, zwischen den großen Flüssen Xingu, Madera und Ucayale, fehlen alle Inclinations-Beobachtungen, bis zu der Andeskette. Auf dieser, 17 geographische Meilen östlich von der Küste der Südsee, zwischen Montan, Micuipampa und Caxamarca, habe ich die Lage des gegen NW ansteigenden magnetischen Aequators astronomisch bestimmt §) (Br. — 7° 2′, Lg. 81° 8′ W.)

---

*) Im sibirischen Continent ist bisher keine stärkere Inclination als 82° 16′ beobachtet worden, und zwar von Middendorf am Fluß Taimyr unter Br. + 74° 17′ und Länge 93° 20′ östlich von Paris. (Middend. sibir. Reise Th. I. S. 194.)

†) Sir James Roß, Voyage to the Antarctic Regions Vol. I. p. 246. "I had so long cherished the ambitious hope," sagt dieser Seefahrer, "to plant the flag of my country on *both* the magnetic poles of our globe; but the obstacles, which presented themselves, being of so insurmountable a character was some degree of consolation, as it left us no grounds for self-reproach" (p. 247).

‡) Sabine, Pendul Exper. 1825 p. 476.

||) Derselbe in den Philos. Transact. for 1840 P. I. p. 137, 139 u. 146. Ich folge für die Bewegung des afrikanischen Knotens der dieser Abhandlung beigefügten Karte.

§) Ich gebe hier, wie es immer meine Gewohnheit ist, die Elemente dieser, nicht unwichtigen Bestimmung. Micuipampa, ein peruanisches Bergstädtchen am Fuß des, durch seinen Silberreichthum berühmten Cerro de Gualgayoc: Br. — 6° 44′ 25″, Lg. 80° 37′ 7″; Höhe über der Südsee 11140 Fuß; magnet. Inclination 0°,42 gegen Norden (Centesimal-Theilung des Kreises). — Caxamarca, Stadt in einer 8754 Fuß hohen Ebene: Br. — 7° 8′ 38″, Lg. 5h 23′ 42″; Inclination 0°,15 gegen Süden. — Montan, ein Meierhof (hacienda), von Lama-Heerden umgeben, mitten in Gebirge: Br. — 6° 33′ 9″, Lg. 5h 26′ 51″; Höhe [illegible] Fuß; Incl. 0°,70 N. — Tomependa, an der Mündung des Chinchipe in den Amazonenfluß, in der Pro-

Die vollſtändigſte Arbeit, welche wir über die Lage des magnetiſchen Aequators beſitzen, iſt die von meinem vieljährigen Freunde Duperrey für die Jahre 1823—1825. Er hat auf ſeinen Weltumſeglungen ſechsmal den Aequator durchſchnitten, und faſt in einer Länge von 220° denſelben nach eigenen *) Beobachtungen darſtellen können. Die zwei Knoten liegen nach Duperrey's Karte des magnetiſchen Aequators: der eine in Lg. 3°½ O. (in dem atlantiſchen Ocean), der andere in Lg. 175° O. (in der Südſee, zwiſchen den Meridianen der Viti- und Gilbert-Inſeln.) Wenn der magnetiſche Aequator, wahrſcheinlich zwiſchen Punta de la Aguja und Payta, die Weſtküſte des ſüdamerikaniſchen Continents verlaſſen hat, ſo nähert er ſich in Weſten immer mehr dem geographiſchen Aequator, ſo daß er im Meridian der Inſelgruppe von Mendana nur noch um 2° von dieſem entfernt †) iſt. Auch um 10° weſtlicher, in dem Meridian, welcher durch den weſtlichſten Theil der Paumotu-Inſeln (Low Archipelago) geht, in Lg. 151°½, fand Cap. Wilkes 1840 die Breiten-Entfernung vom geographiſchen Aequator ebenfalls noch zwei volle Grade. ‡) Die Interſection (der Knoten in der Südſee) liegt nicht um 180° von dem atlantiſchen Knoten entfernt, nicht in 176°½ weſtlicher Länge; ſondern erſt in dem Meridian der Viti-Gruppe, ohngefähr in Lg. 175° Oſt, d. i. 185° Weſt. Wenn man alſo von der Weſtküſte Afrika's durch Südamerika gegen Weſten fortſchreitet, ſo findet man in dieſer Richtung die Entfernung der Knoten von einander um 8°½ zu groß; — ein Beweis, daß die Curve, mit der wir uns hier beſchäftigen, kein größter Kreis iſt.

Nach den vortrefflichen und vielumfaſſenden Beſtimmungen des Cap. Elliot (1846—1849), welche zwiſchen den Meridianen von Batavia und Ceylon mit denen von Jules de Bloſſeville (Kosmos 4. B. S. 670) merkwürdig übereinſtimmen, geht der magnetiſche Aequator durch die Nordſpitze von Borneo, und faſt genau von Oſten nach Weſten in die Nordſpitze von Ceylon (Br. + 9°¾). Die Curve vom Minimum der Totalkraft läuft dieſem Theile des magnetiſchen Aequators faſt parallel. ||) Letzterer tritt in den weſt-afrikaniſchen Continent ſüdlich vom Vorgebirge Gardafui ein. Dieſer wichtige Punkt des Eintretens iſt durch Rochet d'Héricourt auf ſeiner zweiten abyſſiniſchen Expedition (1842—1845) und durch die ſcharfſinnige Discuſſion §) der magnetiſchen Beobachtungen dieſes Reiſenden mit beſonderer Genauigkeit beſtimmt worden. Er liegt ſüdlich von Gaubade, zwiſchen Angolola und Angobar, der Hauptſtadt des Königreichs Schoa, in Br. + 10° 7′ und Lg. 38° 51′ O. Der Verlauf des magnetiſchen Aequators im Inneren von Afrika, von Angobar bis zum Buſen von Biafra, iſt eben ſo unerforſcht als der im Inneren von Südamerika öſtlich von der Andeskette und ſüdlich von dem geographiſchen Aequator. Beide Continental-Räume ſind ſich von O nach W ohngefähr an Größe gleich, zuſammen von 80 Längengraden: ſo daß faſt ⅓ des Erdkreiſes aller magnetiſchen Beobachtung bis jetzt entzogen iſt. Meine eigenen Inclinations- und Intenſitäts-Beobachtungen

---

vinz Jaen de Bracamoros: Br. — 5° 31′ 28″, Lg. 80° 57′ 30″; Höhe 1242 Fuß, Incl. 3°,55 N.—Turrillo, peruaniſche Stadt an der Südſee-Küſte: Br. — 8° 5′ 40″, Lg. 81° 23′ 37″; Incl. 2°,15 S.— Humboldt, Recueil d'Observ. astron. (Nivellement barométrique et géodésique) Vol. I. p. 316 No. 242, 244 — 254. Für die Grundlagen der aſtronomiſchen Beſtimmungen durch Sternhöhen und Chronometer ſ. daſſelbe Werk Vol. II. p. 379—391. Das Reſultat meiner Inclinations-Beobachtungen von 1802 (Br. — 7° 2′, Lg. 81° 8′ W.) ſtimmt, ſonderbar zufällig, trotz der ſeculären Veränderung, nicht ſchlecht mit Le Monnier's, auf theoretiſche Rechnung gegründeter Vermuthung. Er ſagt: „nördlich von Lima muß 1776 der magnetiſche Aequator in 7° ½, höchſtens in 6° ½ ſüdlicher Breite gefunden werden!“ (Lois du Magnétisme comparées aux Observations Partie II. p. 59.)

*) Saigey, Mém. sur l'équateur magnétique d'après les observ. du Capitaine Duperrey, in den Annales maritimes et coloniales Dec. 1833 T. IV, p. 5. Daſelbſt wird ſchon bemerkt, daß der magnetiſche Aequator nicht eine Curve gleicher Intenſität iſt, ſondern daß die Intenſität in verſchiedenen Theilen dieſes Aequators von 1 zu 0,867 variirt.

†) Dieſe Poſition des magnetiſchen Aequators iſt durch Erman für 1830 beſtätigt worden. Auf der Rückreiſe von Kamtſchatka nach Europa fand derſelbe die Neigung faſt null: in Br. — 1° 30′, Lg. 134° 57′ W.; in Br. — 1° 52′, Lg. 137° 30′ W.; in Br. 1° 54′, Lg. 136° 5′ W.; in Br. — 2° 1′, Lg. 141° 28′ W. (Erman, magnet. Beob. 1841 S. 536.)

‡) Wilkes, United States Exploring Expedition Vol. IV. p. 263.

||) Elliot in den Philos. Transact. for 1851 P. 1. p. 287—331.

§) Duperrey in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 804—806.

im ganzen Inneren von Südamerika (von Cumana bis zum Rio Negro, wie von Cartagena de Indias bis Quito) haben nur die tropiſche Zone nördlich vom geographiſchen Aequator, und von Quito an bis Lima in der ſüdlichen Hemiſphäre nur die dem weſtlichen Littoral nahe Gegend umfaßt.

Die Translation des afrikaniſchen Knotens gegen Weſten von 1825 bis 1837, die wir ſchon oben bezeichnet haben, wird bekräftigt an der Oſtküſte von Afrika durch Vergleichung der Inclinations-Beobachtungen von Panton im Jahr 1776 mit denen von Rochet d'Héricourt. Dieſer fand den magnetiſchen Aequator viel näher der Meerenge von Bab-el-Mandeb, nämlich 1° ſüdlich von der Inſel Socotora, in 8° 40′ nördl. Breite. Es war alſo in der Breite allein eine Veränderung von 1° 27′ für 49 Jahre; dagegen war die Veränderung in der Länge von Arago und Duperrey in derſelben Zeit als Bewegung des Knoten von Oſten gegen Weſten auf 10° angeſchlagen worden. Die Säcular-Variation der Knoten des magnetiſchen Aequators iſt an der öſtlichen Küſte von Afrika gegen das indiſche Meer hin der Richtung nach ganz wie an der weſtlichen geweſen. Die Quantität der Bewegung aber erheiſcht noch genauere Reſultate.

Die Periodicität der Veränderungen in der magnetiſchen Inclination, deren Exiſtenz ſchon früher bemerkt worden war, iſt mit Beſtimmtheit und in ihrem ganzen Umfange erſt ſeit ohngefähr 12 Jahren, ſeit Errichtung der britiſchen magnetiſchen Stationen in beiden Hemiſphären, feſtgeſtellt worden. Arago, dem die Lehre vom Magnetismus ſo viel verdankt, hatte allerdings ſchon im Herbſte 1827 erkannt: „daß die Neigung größer iſt Morgens um 9 Uhr als den Abend um 6 Uhr; während die Intenſität der Magnetkraft, gemeſſen durch die Schwingungen einer horizontalen Nadel, ihr Minimum in der erſten und ihr Maximum in der zweiten Epoche erreicht.“ *) In den britiſchen magnetiſchen Stationen ſind dieſer Gegenſatz und der periodiſche Gang der ſtündlichen

*) Brief von Arago an mich aus Metz vom 13. December 1827: "J'ai parfaitement constaté, pendant les aurores boréales qui se sont montrées dernièrement à Paris, que l'apparition de ce phénomène est toujours accompagnée d'une variation dans la position des aiguilles horizontales et d'inclinaison comme dans l'intensité. Les changemens d'inclinaison ont été de 7′ à 8′. Par cela seul l'aiguille horizontale, abstraction faite de tout changement d'intensité, devait osciller plus ou moins vite suivant l'époque où se faisait l'observation; mais en corrigeant les résultats par le calcul des effets immédiats de l'inclinaison, il m'est encore resté une variation sensible d'intensité. En reprenant, par une nouvelle méthode, les observations diurnes d'inclinaison dont du m'avais vu occupé pendant ton dernier séjour à Paris, j'ai trouvé, non par des moyennes, mais *chaque jour*, une variation régulière: l'inclinaison est plus grande le matin à 9ʰ que le soir à 6ʰ. Tu sais que l'intensité, *mesurée avec une aiguille horizontale*, est au contraire à son *minimum* à la première époque, et qu'elle atteint son *maximum* entre 6ʰ et 7ʰ du soir. La variation totale étant fort petite, on pouvait supposer qu'elle n'était dûe qu'au seul changement d'inclinaison; et en effet la plus grande portion de la *variation apparente d'intensité* dépend de l'alteration diurne de la composante horizontale mais, toute correction faite, il reste cependant une petite quantité comme indice d'une *variation réelle d'intensité*." — Aus einem andern Briefe von Arago, Paris 20. März 1829, kurz vor meiner ſibiriſchen Reiſe: "Je ne suis pas étonné que tu reconnais avec peine la variation diurne d'inclinaison dont je t'ai parlé, dans les mois d'hiver; c'est dans les mois chauds seulement que cette variation est assez sensible pour être observée avec une loupe. Je persiste toujours à soutenir que les changemens *d'inclinaison* ne suffisent pas pour expliquer le changement d'intensité déduit de l'observation d'une aiguille horizontale. Une augmentation de température, toutes les autres circonstances restant les mêmes, ralantit les oscillations des aiguilles. Le soir, la température de mon aiguille horizontale est toujours *supérieure* à la température du matin; donc l'aiguille devrait, *par cette cause*, faire le soir, en un tems donné, moins d'oscillations que le matin; or elle en fait plus que le changement d'inclinaison ne le comporte: donc du matin au soir, il y a une *augmentation réelle* d'intensité dans le magnétisme terrestre." — Spätere und viel zahlreichere Beobachtungen in Greenwich, Berlin, Petersburg, Toronto (Canada) und Hobarton (Van Diemen) haben Arago's Behauptung (1827) der größeren Horizontal-Intenſität am Abend gegen den Morgen beſtätigt. In Greenwich iſt das Haupt-Maximum der horizontalen Kraft um 6ʰ, das Haupt-Minimum um 22ʰ oder 0; in Schulzendorf bei Berlin max. 8ʰ, min. 21ʰ; in Petersburg max. 8ʰ, min. 23ʰ 20′; in Toronto max. 6ʰ, min. 23ʰ; immer in der Zeit jeden Orts. (Brit. Magn. Observ. at Greenwich for 1845 p. 13, for 1846 p. 102, for 1847 p. 241; Rieß und Moser in Poggend. Ann. Bd. XIX. 1839 S. 175; Kupffer, Compte-rendu annuel de l'Observ. central magn. de St. Pétersb. 1822 p. 28 und Sabine, Magn. Obs. at Toronto Vol. I. 1840—1842 p. XLII.) Sonderbar abweichend, faſt entgegengeſetzt, ſind die Eintrittsſtunden am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf St. Helena, wo am Abend die Horizontalkraft am ſchwächſten iſt (Sabine, Magn. Obs. at the Cape of Good Hope p. XL; at St. Helena p. 49). Soll es aber nicht in der ganzen ſüdlichen Hemiſphäre weiter in Oſten. "The principal feature in the diurnal change of the *horizontal* force at Hobarton is the decrease of force in the forenoon and its subsequent increase in the afternoon" (Sabine, Magn. Obs. at Hobarton Vol. I. p. LIV, Vol. II. p. XLIII.

Neigungs-Veränderung durch mehrere tausend regelmäßig fortgeführte Beobachtungen und ihre mühevolle Discussion seit 1840 fest begründet worden. Es ist hier der Ort, die erhaltenen Thatsachen, Fundamente einer allgemeinen Theorie des Erd-Magnetismus, neben einander zu stellen. Vorher muß aber bemerkt werden, daß, wenn man die räumlich zu erkennenden periodischen Schwankungen der drei Elemente des tellurischen Magnetismus im ganzen betrachtet, man mit Sabine in den Wendestunden, in denen die Maxima oder Minima eintreten, (turning hours) zu unterscheiden hat zwischen zwei größeren und darum wichtigen Extremen und anderen, gleichsam dazwischen eingeschalteten, meistentheils nicht minder regelmäßigen, kleinen Schwankungen. Die wiederkehrenden Bewegungen der Inclinations- und Declinations-Nadel, wie die Veränderung in der Intensität der Totalkraft bieten daher dar: Haupt- und secundäre Maxima oder Minima, meist beide Arten zugleich: also eine doppelte Progression, mit 4 Wendestunden (der gewöhnliche Fall); und eine einfache Progression, mit 2 Wendestunden, d. h. mit einem einzigen Maximum und einem einzigen Minimum. Letzteres z. B. ist der Gang der Intensität (total force) in Van Diemen's Land, neben einer doppelten Progression der Inclination: während an einem Orte der nördlichen Hemisphäre, welcher der Lage von Hobarten genau entspricht, zu Toronto in Canada, beide Elemente, Intensität und Inclination, eine doppelte Progression befolgen.*) Auch am Vorgebirge der guten Hoffnung giebt es nur Ein Maximum und Ein Minimum der Inclination. Die stündlichen periodischen Variationen der magnetischen Neigung sind:

I. Nördliche Hemisphäre.

Greenwich: Max. 21ʰ, Min. 3ʰ (Airy Observ. in 1845 p. 21, in 1846 p. 113, in 1847 p. 247); Incl. im zuletzt genannten Jahre um 21ʰ im Mittel 68° 59′,3, um 3ʰ aber 68° 58′,6. In der monatlichen Variation fällt das Max. in April—Juni, das Min. in Oct.—Dec.

Paris: Max. 21ʰ, Min. 6ʰ. Die Einfachheit der Progression von Paris und Greenwich wiederholt sich am Vorgebirge der guten Hoffnung.

Petersburg: Max. 20ʰ, Min. 10ʰ; Variation der Incl. wie in Paris, Greenwich und Peking: in kalten Monaten geringer; Max. fester an die Stunde gebunden als Min.

Toronto (Canada): Haupt-Max. 22ʰ, Haupt-Min. 4ʰ, secund. Max. 10ʰ, secund. Min. 18ʰ, (Sabine Tor. 1840—1842 Vol. I. p. LXI).

II. Südliche Hemisphäre:

Hobarton (Insel Van Diemen): Haupt-Min. 18ʰ, Haupt-Max. 23ʰ ½; secund. Min. 5ʰ, secund. Max. 10ʰ (Sabine Hob. Vol. I. p. LXVII.) Die Inclination ist größer im Sommer, wenn die Sonne in den südlichen Zeichen steht: 70° 36′,74; kleiner im Winter, wenn die Sonne in den nördlichen Zeichen verweilt: 70° 34′,66; sechsjähriges Mittel des ganzen Jahres: 70° 36′,01 (Sabine Hob. Vol. II. p. XLIV). Eben so ist zu Hobarton die Intensität der Totalkraft größer von Oct. zu Febr. als von April zu August (p. XLVI.)

Vorgebirge der guten Hoffnung: einfache Progression Min. 0ʰ 34′, Max. 8ʰ 34′; mit überaus kleiner Zwischenschwankung zwischen 19ʰ und 21ʰ (Sabine Capo Obs 1841—1850 p. LIII.

Die hier angegebenen Erscheinungen der Wechselstunden des Maximums der Inclinationen, in der Zeit des Orts ausgedrückt, stimmen unter sich in der nördlichen Hemisphäre zu Toronto, Paris, Greenwich und Petersburg merkwürdig zwischen 20 und 22 Uhr (Morgens) überein; auch die Minima der Wechselstunden fallen, wenn gleich minder genähert (4, 6 und 10 Uhr), doch alle auf den Nachmittag oder Abend. Um so auffallender ist es, daß in den 5 Jahren sehr genauer Beobachtungen von Greenwich ein Jahr (1845) die Epochen der Max. und Min. entgegengesetzt eintraten. Das Jahresmittel der Neigung war um 21ʰ: 68° 56′,8 und um 3ʰ: 61° 58′,1.

---

*) Sabine, Hobarton Vol. I. p. LXVII und LXIX.

Wenn man die der geographischen Lage nach diesseits und jenseits des Aequators sich entsprechenden Stationen Toronto und Hobarton vergleicht, so bemerkt man für Hobarton große Verschiedenheit in der Wendestunde des Haupt-Min. der Inclination (4 Uhr Nachmittags und 6 Uhr Morgens), aber keineswegs in der Wendestunde des Haupt-Max. (22ᵃ und 23ᵃ ½). Auch die Stunde (18ᵃ) des Haupt-Min. von Hobarton findet sich wieder in der Stunde des secundären Min. von Toronto. Die Maxima bleiben an beiden Orten an dieselben Stunden (22ᵃ — 23ᵃ ½ und 10ᵃ) in Haupt- und secundären Max. gebunden. Die vier Wendestunden der Inclination finden sich demnach fast genau wieder (4 oder 5, 10, 18 und 22 oder 23½) in Toronto wie in Hobarton, nur in anderer Bedeutung. Diese complicirte Wirkung innerer tellurischer Kräfte ist sehr beachtenswerth. Vergleicht man dagegen Hobarton und Toronto in Hinsicht auf die Folge der Wendestunden der Intensitäts- und Inclinatins-Veränderungen, so ergiebt sich: daß am ersteren Orte, in der südlichen Hemisphäre, das Min. der Total-Intensität dem Haupt-Min. der Inclination nur um 2 Stunden nachfolgt, während die Verspätung im Max. 6 Stunden beträgt; daß aber in der nördlichen Hemisphäre, zu Toronto, das Min. der Intensität dem Haupt-Max. der Inclination um 8 Stunden vorausgeht, während das Max. der Intensität nur um 2 Stunden von dem Min. der Inclination verschieden ist. *)

Die Periodicität der Inclination am Vorgebirge der guten Hoffnung stimmt weder mit Hobarton, das in derselben Hemisphäre liegt, noch mit einem Punkte der nördlichen Hemisphäre überein. Das Minimum der Inclination tritt sogar zu einer Stunde ein, in welcher die Nadel in Hobarton fast das Maximum erreicht.

Zur Bestimmung der secularen Variation der Inclination gehört eine sich gleich bleibende Genauigkeit der Beobachtung in einer langen Zwischenzeit. Bis zu Cook's Weltumseglung ist z. B. nicht mit Gewißheit hinaufzusteigen, da, wenn gleich auf der dritten Reise die Pole immer umgekehrt wurden, zwischen dem großen Seefahrer und Bayley in der Südsee oft Unterschiede von 40 bis 54 Minuten bemerkt werden: was wahrscheinlich der damals so unvollkommenen Construction der Nadel und dem Mangel ihrer freien Bewegung zuzuschreiben ist. Für London geht man ungern über Sabine's Beobachtung vom Aug. 1821 hinaus: die, verglichen mit der vortrefflichen Bestimmung von James Ross, Sabine und Fox im Mai 1838, eine jährliche Abnahme von 2′,73 ergab: während Lloyd mit eben so genauen Instrumenten, aber in kürzerer Zwischenzeit sehr übereinstimmend 2′,38 in Dublin gefunden hatte. †) In Paris, wo ebenfalls die jährliche Verminderung der Inclination sich im Abnehmen befindet, ist die Verminderung größer als in London. Die von Coulomb angegebenen, sehr scharfsinnigen Methoden die Neigung zu bestimmen hatten dort freilich den Erfinder zu irrigen Resultaten geführt. Die erste Beobachtung, welche mit einem vollkommenen Instrumente von Le Noir auf dem Observatorium zu Paris angestellt wurde, ist von 1798. Ich fand damals nach mehrmaliger Wiederholung gemeinschaftlich mit dem Chevalier Borda 69° 51′,0; im Jahr 1810 mit Arago 68° 50′,2; im Jahr 1826 mit Mathieu 67° 56′,7. Im Jahre 1841 fand Arago 67° 9′,0; im Jahre 1851 fanden Laugier und Mauvais 66° 35′: immer nach gleicher Methode und mit gleichen Instrumenten. Die ganze Periode, größer als ein halbes Jahrhundert (1798—1851), giebt eine mittlere jährliche Verminderung der Inclination zu Paris von 3′,63. Die Zwischen-Epochen sind gewesen:

von 1798—1810	zu	5′,08
1810—1826		3′37
1826—1841		3,13
1841—1851		3,40.

*) Total-Intensität in Hobarton: max. 5ᵐ½, min. 20ᵐ½; in Toronto: Haupt-Max. 6ᵃ, Haupt-Min. 14ᵃ; secund. Max. 20ᵃ, secund. Min. 22ᵃ. Vergl. Sabine, Toronto Vol I. p. LXI und LXII und Hobarton Vol. 1. p. LXVIII.

†) Sabine, Report on the isoclinal and isodynamic Lines in the British Islands 1839 p. 61—63.

ahme hat sich zwischen 1810 und 1826 auffallend verlangsamt, doch nur allmäh-
eine Beobachtung von Gay-Lussac, die er 1806 bei seiner Rückreise von Berlin,
mich nach unserer italiänischen Reise begleitet hatte, mit vieler Genauigkeit an-
9° 12′), gab noch seit 1798 eine jährliche Verminderung von 4′,87. Je näher der
es magnetischen Aequators in seiner secularen Bewegung von O nach W dem
von Paris kommt, desto mehr scheint sich die Abnahme zu verlangsamen: in einem
ahrhundert von 5′,08 bis 3′,40. Ich habe kurz vor meiner sibirischen Expedition
329) in einer der Berliner Akademie vorgelegten Abhandlung *) vergleichend die
zusammengestellt, an denen ich selbst, wie ich glauben darf, immer mit gleicher
, beobachtet habe. Sabine hat volle 25 Jahre nach mir Inclination und Intensi-
r Havana gemessen, was für diese Tropengegend schon eine beträchtliche Zwischen-
ietet, und die Variation von zwei wichtigen Elementen bestimmt. In einer ausge-
, mehr umfassenden Arbeit als die meinige hat Hansteen (1831) die jährliche Va-
er Neigung in beiden Hemisphären †) untersucht.
end die Beobachtungen von Sir Eduard Belcher im J. 1838, mit den meinigen
803 verglichen (s. oben S. 674), längs der Westküste von Amerika zwischen Lima,
il und Acapulco beträchtliche Veränderungen der Inclination andeuten (je länger
henzeit ist, desto größeren Werth haben die Resultate); ist an anderen Punkten
see die seculare Veränderung der Neigung von der auffallendsten Langsamkeit ge-
in Otaheiti fand 1772 Bayley 29° 43′, Fitzroy 1835 noch 30° 14′, Cap. Belcher
eder 30° 17′; also war in 67 Jahren die mittlere jährliche Veränderung ‡) kaum
Auch im nördlichen Asien hat ein sehr sorgfältiger Beobachter, Herr Sawelieff,
e nach meinem Aufenthalte in jenen Gegenden) auf einer Reise, die er von Casan
Ufern des caspischen Meeres machte, die Inclination, nördlich und südlich vom
von 50°, sehr ungleich verändert gefunden ‖):

	Humboldt 1829		Sawelieff 1851	
Casan	68°	26′,7	68°	30′,8
Saratow . . .	64	40,9	64	48,7
Sarepta . . .	62	15,9	62	39,6
Astrachan . . .	59	58,3	60	27,9.

Vorgebirge der guten Hoffnung besitzt man jetzt eine lange und, wenn man nicht
s von Sir James Roß und du Petit Thouars (1840) bis Vancouver (1791) auf-
ne sehr befriedigende, fast 50jährige Reihe von Inclinations-Beobach-
)
ösung der Frage, ob die Erhöhung des Bodens als solche einen mit Sicherheit be-
n Einfluß auf magnetische Neigung und Intensität ¶) ausübt, ist während meiner

---

boldt in Poggend. Annalen Bd. XV. 36, Bd. XIX. S. 357—391; und im Voy. us équinox. T. III. p. 616 und 625.

steen über jährliche Veränderung der In- Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 403—429.

über den Einfluß der Bewegung der Knoten tischen Aequators Sir David Brewster, n Magnetism p 247. Da man durch die Stations-Beobachtungen jetzt ein fast unge- feld der speciellsten Untersuchung besitzt, so n neue und neue Complicationen bei dem des Gesetzlichen. In auf einander folgenden t man z. B. die Neigung in Einer Wende- des Max., vom Abnehmen in ein Zunehmen während in der Wendestunde des Min. sie ven jährlichen Abnehmen blieb. In Green- nahm die magnetische Neigung in der Max. [a]) ab in den Jahren 1844 und 1845, sie nahm zu in derselben Stunde in 1845—1846, fuhr aber fort in der Wendestunde des Min. (3ª) von 1844—1846 abzunehmen. (Airy, Magn. Observ. at Greenwich 1846 p 113.)

‡) Philos. Transact. for 1841 P. I. p. 35.

‖) Vergl. Sawelieff im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. Imp. de St. Pétersb. T. X. No. 219 mit Humboldt, Asie centr. T. III. p. 440.

¶) Sabine, Magn. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LXV. Darf man den Beobachtungen aus dem Jahre 1751 von La Caille trauen, der zwar jedesmal die Pole umkehrte, aber eine nicht frei genug sich bewegende Nadel hatte: so ergiebt sich für das Cap eine Vermehrung der Inclination von 3°,08 in 89 Jahren!

Arago in dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 285—288.

Gebirgsreisen in der Andeskette, im Ural und Altai für mich ein Gegenstand sorgfältiger Prüfung gewesen. Ich habe schon in dem Abschnitt von der Intensität bemerkt, wie leider nur so wenige Localitäten über diese Frage einige Gewißheit verbreiten können: weil die Entfernung der zu vergleichenden Punkte von einander gering genug sein muß, um den Verdacht zu entfernen, der gefundene Unterschied der Inclination sei nicht Folge der Boden-Erhebung, sondern Folge der Krümmung in den isodynamischen und isoklinischen Curven, oder einer großen Heterogeneität der Gebirgsart. Ich werde mich auf die Angabe von 4 Hauptresultaten beschränken, von denen ich bereits an Ort und Stelle glaubte, daß sie mit mehr Entschiedenheit, als die Intensitäts-Beobachtungen darbieten, den vermindernden Einfluß der Höhe des Standorts auf die Neigung der Nadel kenntlich machen:

Die Silla de Caracas, welche sich über die Meeresküste von La Guayra 8100 Fuß fast senkrecht erhebt, in großer Nähe südlich von der Küste, nördlich von der Stadt Caracas: Incl. 41°,90; La Guayra: Höhe 10 F., Incl. 42°,20; Stadt Caracas: Höhe am Ufer des Rio Guayre 2484 F., Incl. 42°,95. (Humboldt, Voy. aux Rég. équinox. T. I. p. 612.)

Santa Fé de Bogota: Höhe 8196 F., Incl. 27°,15; Capelle de Nuestra Senora de Guadalupe, über der Stadt an einer Felswand hangend: Höhe 10128 F., Incl. 26°,80.

Popayan: Höhe 5466 F., Incl. 23°,25; Gebirgsdorf Puracé am Abhange des Vulkans: Höhe 8136 F., Incl. 21°,80; Gipfel des Vulkans von Puracé: Höhe 13650 F., Incl. 20°,30.

Quito: Höhe 8952 F., Incl. 14°,85; San Antonio de Lulumbamba, wo der geographische Aequator das heiße Thal durchschneidet: Höhe des Thalbodens 7650 F., Incl. 16°,02. — Alle vorgenannte Inclinationen sind in Centesimal-Graden angegeben.

Ich möchte aus meinen Beobachtungen nicht auch das Gotthard-Hospitz (6650 F.): Incl. 66° 12′; verglichen mit Airolo (3502 F.): Incl. 66° 54′, und Altorf: Incl. 66° 55′, anführen; nicht die scheinbar widersprechenden: Lans le Bourg Incl. 66°,9, das Hospiz des Mont Cenis (6358 F.) Incl. 66° 22′ und Turin (707 F.) Incl. 66° 3′; oder Neapel, Portici und den Kraterrand des Vesuvs; oder in Böhmen den Gipfel des Großen Milischauer (Phonolith!) Incl. 67° 53′ 5″, Tepliz Incl. 67° 19′,5 und Prag Incl. 66° 47′,6: wegen der Größe der relativen Entfernungen und des Einflusses der nahen Gebirgsarten.*) Gleichzeitig mit der Reihe vortrefflicher und im größten Detail publicirter Beobachtungen der horizontalen Intensität, welche 1844 Bravais in Begleitung von Martins und Lepileur vergleichend auf 35 Stationen, unter denen die Gipfel des Montblanc (14809 F.), des Großen Bernhards (7848 F.) und des Faulhorns (8175 F.) waren, angestellt hat: machten dieselben Physiker auch auf dem Grand Plateau des Montblanc (12097 F.) und in Chamonix (3201 F.) Inclinations-Versuche. Wenn die Vergleichung dieser Resultate einen vermindernden Einfluß der Erhebung des Bodens auf die magnetische Neigung anzeigte, so gaben Beobachtungen vom Faulhorn und von Brienz (1754 F.) dagegen eine mit der Höhe zunehmende Inclination. Beide Classen der Untersuchung, für horizontale Intensität und Inclination, führten zu keiner befriedigenden Lösung der Probleme. (Bravais, sur l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Physique 3me Série T. 18. 1846 p. 225.) In einem Manuscript von Borda über seine Expedition nach den canarischen Inseln im Jahr 1776, welches in Paris im Dépôt de la Marine aufbewahrt wird und dessen Mittheilung ich dem Admiral Rosily verdankte, habe ich den Beweis aufgefunden, daß Borda den ersten Versuch gemacht, den Einfluß einer großen Höhe

*) Ich wiederhole noch, daß alle europäischen Inclinations-Beobachtungen, welche auf dieser Seite angeführt werden, in 360theiliger Eintheilung des Kreises sind, und daß nur die von mir vor dem Monat Juni 1804 beobachteten Inclinationen im Neuen Continent (Voy. aux Régions équinox. T. III. p. 613–620) sich auf eine Centesimal-Eintheilung des Bogens beziehen.

ſ die Inclination zu unterſuchen. Er hat auf dem Gipfel des Pics von Teneriffa die clination um 1° 15′ größer als im Hafen von Santa Cruz gefunden: gewiß eine Folge aler Attractionen der Laven, wie ich ſie ſo oft am Veſuv und an amerikaniſchen Vulka- n beobachtet habe. (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T I. p. 116, 227 d 288.)

Um zu prüfen, ob wohl, wie die Höhen, ſo auch die tiefen, inneren Räume des Erdkör- es auf die Inclination wirken, habe ich bei einem Aufenthalte in Freiberg im Juli 1828 t aller Sorgfalt, deren ich fähig bin, und mit jedesmaliger Umkehrung der Pole einen erſuch in einem Bergwerke angeſtellt, in welchem nach genauer Prüfung das Geſtein, der neis, keine Wirkung auf die Magnetnadel äußerte. Die Saigerteufe unter der Ober- che war 802 Fuß, und der Unterſchied zwiſchen der unterirdiſchen Inclination und der an em Punkte, welcher genau „am Tage“ darüber lag, freilich nur 2′,06; aber bei der Um- t, mit der ich verfuhr, laſſen mich die in der Note*) angeführten Reſultate jeder einzel- n Nadel doch glauben, daß in der Grube (dem Churprinz) die Inclination größer iſt als ſ der Oberfläche des Gebirges. Möchte ſich doch Gelegenheit finden, da, wo man die berzeugung erhalten kann, daß das Queergeſtein örtlich unwirkſam iſt, meinen Verſuch t Sorgfalt in Bergwerken zu wiederholen, welche wie die Valenciana bei Guanaxuato Mexico) 1582 F., wie engliſche Kohlengruben über 1800 F., und der jetzt verſchüttete elsſchacht †) bei Kuttenberg in Böhmen 3545 F. ſenkrechte Tiefe haben!

Nach einem ſtarken Erdbeben in Cumana am 4. November 1799 fand ich die Inclina- n um 90 Centeſimal-Minuten (faſt einen vollen Grad) verringert. Die Umſtände, unter nen ich dieſes Reſultat erhielt und die ich an einem anderen Orte ‡) genau entwickelt habe, ten keinen befriedigenden Grund zu der Annahme eines Irrthums dar. Kurz nach mei- r Landung in Cumana hatte ich die Inclination 43°,53 (Centeſ.) gefunden. Der Zufall, nige Tage vor dem Erdbeben in einem ſonſt ſchätzbaren ſpaniſchen Werke, Mendoza's atado de Navegacion T. H. p. 72, die irrige Meinung ausgeſprochen zu finden, daß ſtündlichen und monatlichen Veränderungen der Inclination ſtärker als die der Abwei- ung wären, hatte mich veranlaßt, eine lange Reihe ſorgfältiger Beobachtungen im Hafen n Cumana anzuſtellen. Die Inclination fand ſich am 1—2 Nov. in großer Stetigkeit Mittel 43°,65. Das Inſtrument blieb unberührt und gehörig nivellirt an demſelben rte ſtehen. Am 7. Nov., alſo 3 Tage nach den ſtarken Erdſtößen, nachdem das Inſtru- ent von neuem nivellirt war, gab es 42°,75. Die Intenſität der Kraft, durch ſenkrechte chwingungen gemeſſen, war nicht verändert. Ich hoffte, daß die Inclination vielleicht lmälig wieder zu ihrem vorigen Stande zurückkehren würde; ſie blieb aber dieſelbe. Im ept. 1800, nach einer Fluß- und Landreiſe am Orinoco und Rio Negro von mehr als 00 geographiſchen Meilen, gab daſſelbe Inſtrument von Borda, welches mich überall be-

---

*) Grube Churprinz bei Freiberg im ſächſiſchen Erzgebirge: der unterirdiſche Punkt war auf der 7ten Gezeugſtrecke, auf dem Ludwiger Spathgange: 80 Lach- ter öſtlich vom Treibſchachte, 40 Lachter weſtlich vom Kunſtſchachte, in 133⅓ Lachter Seigerteufe: beobachtet mit Freiesleben und Reich um 2½ Uhr Nachmittags (Temper. der Grube 15°,6 Cent.). Incl. Nadel A 67° 32′,4; Nadel B 67° 32′,7 Mittel beider Nadeln in der Grube 67° 32′,05. In freier Luft (über Tage), auf einem Punkte der Oberfläche, welcher nach dem Mark- ſcheider-Riſſe genau ſenkrecht über dem Punkte der un- terirdiſchen Beobachtung liegt, um 11 Uhr Vormittags: Nadel A 67° 33′,87; Nadel B 67° 32′,12; Mittel beider Nadeln in der oberen Station 67° 32′,99 (Luft- temperatur 15°,8 Cent.). Unterſchied des oberen und unteren Reſultats + 2,06. Die Nadel A, welche als ſolche mir immer am meiſten Vertrauen einflößte, gab dort + 2′,33; wenn der Einfluß der Tiefe bei alleiniger Gebrauch der Nadel B faſt unmerklich geblieben wäre. (Humboldt, in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 326.) Die gleichförmige Methode, die ich ſtets angewandt: im Ableſen am Azimuthal-Kreiſe, um den magnetiſchen Meridian durch correſpondirende Inclinationen oder durch den perpendiculären Stand der Nadel zu finden; wie die Neigung ſelbſt am Vertical-Kreiſe, durch Umdrehung der Nadel in den Pfannen, und durch Ableſen an beiden Spitzen vor und nach dem Umdrehen der Pole: habe ich weitläuftig beſchrieben und durch Beiſpiele erläutert in der Asie centrale T. III. p. 465 bis 467. Der Stand der zwei Nadeln iſt für jede derſelben 16mal abgeleſen worden, um ein mittleres Reſultat zu gewinnen. Wo von Wahrſcheinlichkeit in Beſtimmung ſo kleiner Größen die Rede iſt, muß man in das Einzelnſte der Beobachtung eingehen.

†) Kosmos I. Buch S. 79.

‡) Humboldt, Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 515—517.

gleitet hatte, 42°,80: also dieselbe Neigung als vor der Reise. Da mechanische Erschütterungen und electrische Schläge in weichem Eisen durch Veränderung des Molecular-Zustandes Pole erregen, so könnte man einen Zusammenhang ahnden zwischen den Einflüssen der Richtung magnetischer Strömungen und der Richtung der Erdstöße; aber, sehr aufmerksam auf eine Erscheinung, an deren objectiver Wirklichkeit ich 1799 keinen Grund hatte zu zweifeln, habe ich dennoch bei der übergroßen Zahl von Erdstößen, die ich später in Südamerika drei Jahre lang empfunden, nie wieder eine plötzliche Veränderung der Inclination wahrgenommen, welche ich diesen Erdstößen hätte zuschreiben können: so verschieden auch die Richtungen waren, nach denen die Wellenbewegung der Erdschichten sich fortpflanzte. Ein sehr genauer und erfahrener Beobachter, Erman, fand nach einem Erdbeben am Baikal-See (8. März 1828) ebenfalls keine Störung in der Abweichung und dem Gange ihrer periodischen Variation. *)

Declination.

Die geschichtlichen Thatsachen des allerfrühesten Erkennens von Erscheinungen, welche sich auf das dritte Element des tellurischen Magnetismus, auf die Declination, beziehen, sind bereits oben berührt worden. Die Chinesen kannten im 12ten Jahrhundert unserer Zeitrechnung nicht bloß die Abweichung einer, an einem Baumwollenfaden hangenden, horizontalen Magnetnadel vom geographischen Meridian, sie wußten auch die Quantität dieser Abweichung zu bestimmen. Seitdem durch den Verkehr der Chinesen mit den Malayen und Indern, und dieser mit den Arabern und maurischen Piloten der Gebrauch des Seecompasses unter den Genuesern, Majorcanern und Catalanen in dem Becken des Mittelmeeres, an der Westküste von Afrika und im hohen Norden gemein geworden war; erschienen schon 1436 auf Seekarten Angaben der Variation für verschiedene Theile der Meere. †) Die geographische Lage einer Linie ohne Abweichung, auf der die Nadel nach dem wahren Norden, nach dem Rotations-Pole, gerichtet war, bestimmte Columbus am 13. September 1492; ja es entging ihm nicht, daß die Kenntniß der Declination zur Bestimmung der geographischen Länge dienen könne. Ich habe an einem anderen Orte aus dem Schiffsjournal des Admirals erwiesen, wie derselbe auf der zweiten Reise (April 1496), als er seiner Schiffsrechnung ungewiß war, sich durch Declinations-Beobachtungen zu orientiren suchte. ‡) Die stündlichen Veränderungen der Abweichungen wurden bloß als sichere Thatsache von Hellibrand und Pater Tachard zu Louvo in Siam, umständlich und fast befriedigend von Graham 1722 beobachtet. Celsius benutzte sie zuerst zu verabredeten, gemeinschaftlichen Messungen an zwei weit von einander entfernten Punkten. ||)

Zu den Erscheinungen selbst übergehend, welche die Abweichung der Magnetnadel darbietet, wollen wir dieselbe betrachten: zuerst in ihren Veränderungen nach Tages- und Nachtstunden, Jahreszeiten und mittleren Jahresständen; dann nach dem Einfluß, welchen die außerordentlichen und doch periodischen Störungen, und die Ortslagen nördlich von

---

*) Erman, Reise um die Erde Bd. II. S. 180.

†) Kosmos 4. Buch S. 663. Petrus Peregrini meldet einem Freunde, daß er schon 1269 die Variation in Italien 5° östlich gefunden habe.

‡) Humboldt, Examen critic. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 29, 36, 38 und 44 — 51. Wenn Herrera (Dec. I. p. 23) sagt, Columbus habe bemerkt, die Magnet-Variation sei nicht dieselbe bei Tag und bei Nacht: so berechtigt diese Behauptung gar nicht, dem großen Entdecken eine Kenntniß der stündlichen Veränderung zuzuschreiben. Das von Navarrete herausgegebene ächte Reisejournal des Admirals vom 17. und 30. September 1492 lehrt, daß Columbus selbst alles auf eine sogenannte „ungleiche Bewegung" des Polarsternes und der Wächter (Guardas) reduirte. (Examen crit. a. a. O. p. 56—59.)

||) Kosmos 4. Buch S. 667 Anm. ‖ und S. 672 Anm. †. Die ältesten gedruckten Londoner Beobachtungen sind die von Graham in den Philos. Transact. for 1724, 1725, Vol. XXXIII. p. 96—107. (An Account of Observations made of the Horizontal Needle at London, 1722 — 1723; by Mr. George Graham.) Die Veränderung der Declination gab er sich: "neither upon heat, nor cold, dry or moist etc. The Variation is greatest between 12 and 4 in the afternoon, and the least at 6 or 7 in the morning." Es sind freilich nicht die wahren Wendestunden.

ſüdlich vom magnetiſchen Aequator auf jene Veränderungen ausüben; endlich nach den linearen Beziehungen, in denen zu einander die Erdpunkte ſtehen, welche eine gleiche oder gar keine Abweichung zeigen. Dieſe linearen Beziehungen ſind allerdings in unmittelbarer praktiſcher Anwendung der gewonnenen Reſultate für die Schiffsrechnung und das geſammte Seeweſen am wichtigſten; aber alle kosmiſchen Erſcheinungen des Magnetismus, unter denen die außerordentlichen, in ſo weiter Ferne oft gleichzeitig wirkenden Störungen (die magnetiſchen Ungewitter) zu den geheimnißvollſten gehören, hangen ſo innig mit einander zuſammen, daß, um allmählig die mathematiſche Theorie des Erd-Magnetismus zu vervollſtändigen, keine derſelben vernachläſſigt werden darf.

Auf der ganzen nördlichen magnetiſchen Halbkugel in den mittleren Breiten, die Theilung des Erdſphäroids durch den magnetiſchen Aequator gedacht, ſteht das Nord-Ende der Magnetnadel, d. h. das Ende, welches gegen den Nordpol hinweiſt, da, wo die Abweichung weſtlich iſt, um 8ᵘ ½ Morgens (20ᵘ ½) dieſem Pole in der Richtung am nächſten. Die Nadel bewegt ſich von 8ᵘ ½ Morgens bis 1ᵘ ¾ Nachmittags von Oſten nach Weſten, um dort ihren weſtlichſten Stand zu erreichen. Dieſe Bewegung nach Weſten iſt allgemein, ſie tritt in derſelben Richtung ein an allen Orten der nördlichen Halbkugel, ſie mögen weſtliche Abweichung haben; wie das ganze Europa, Peking, Nertſchinſk und Toronto in Canada; oder öſtliche Abweichung: wie Kaſan, Sitka (im ruſſiſchen Amerika), Waſhington, Marmato (Neu-Granada) und Payta an der peruaniſchen Küſte.*) Von dem eben bezeichneten weſtlichſten Stande um 1ᵘ ¾ bewegt ſich die Magnetnadel den Nachmittag und einen Theil der Nacht bis 12 oder 13 Uhr wieder zurück nach Oſten, indem ſie oft einen kleinen Stillſtand gegen 6ᵘ macht. In der Nacht iſt wieder eine kleine Bewegung gegen Weſten, bis das Minimum, d. h. der öſtliche Stand von 20ᵘ ½ erreicht wird. Dieſe nächtliche Periode, welche ehemals ganz überſehen wurde (da ein allmäliger und ununterbrochener Rückgang gegen Oſten von 1ᵘ ¾ bis zur Morgenſtunde von 20ᵘ ½ behauptet wurde), hat mich ſchon zu Rom bei einer Arbeit mit Gay-Luſſac über die ſtündlichen Veränderungen der Abweichung mittelſt des Prony'ſchen magnetiſchen Fernrohrs lebhaft beſchäftigt. Da die Nadel überhaupt unruhiger iſt, ſo lange die Sonne unter dem Horizont ſteht, ſo iſt die kleine nächtliche Bewegung gegen Weſten ſeltener und minder deutlich hervortretend. Wenn ſie deutlich erſcheint, ſo habe ich ſie von keiner unruhigen Schwankung der Nadel begleitet geſehen. Gänzlich verſchieden von dem, was ich Ungewitter genannt, geht in der kleinen weſtlichen Periode die Nadel ruhig von Theilſtrich zu Theilſtrich: ganz wie in der ſo ſicheren Tags-Periode von 20ᵘ ½ bis 1ᵘ ¾. Recht bemerkenswerth iſt, daß, wenn die Nadel ihre continuirliche weſtliche Bewegung in eine öſtliche oder umgekehrt verwandelt, ſie nicht eine Zeit lang unverändert ſtehen bleibt, ſondern (vorzüglich bei Tage um 20ᵘ ½ und 1ᵘ ¾) ſich gleichſam plötzlich umwendet. Gewöhnlich findet die kleine Bewegung gegen Weſten erſt zwiſchen Mitternacht und dem frühen Morgen ſtatt. Dagegen iſt ſie auch in Berlin und in den Freiberger unterirdiſchen Beobachtungen, wie in Greenwich, Makers-

*) Beweiſe geben zahlreiche Beobachtungen von Georg Fuß und Kowanko für das griechiſche Kloſter-Obſervatorium in Peking, von Anikin für Nertſchinſk, von Buchanan Riddell für Toronto in Canada (alle an Orten weſtlicher Abweichung); von Kupffer und Simonoff in Kaſan, von Wrangel, trotz der vielen Nordlicht-Störungen, für Sitka (Nordweſt-Küſte von Amerika), von Gilliß in Waſhington, von Bouſſingault für Marmato (Südamerika), von Duperrey für Payta an der peruaniſchen Südſee-Küſte (alle an Orten öſtlicher Abweichung). Ich erinnere, daß die mittlere Declination war: in Peking (Dec. 1831) 2° 15′ 42″ weſtlich (Poggend. Annalen Bd. XXXIV. S. 54), in Nertſchinſk (Sept. 1832) 4° 7′ 44″ weſtlich (Poggend. a. a. O. S. 61), in Toronto (Nov. 1847) 1° 33′ weſtlich (vergl. Observ. at the magnetical and meteorological Observatory at Toronto Vol. I. p. XI. und Sabine in den Phil. Tr. for 1851 P. II. p 636), Kaſan (Aug. 1828) 2° 21′ öſtlich (Kupffer, Simonoff und Erman, Reiſe um die Erde Bd. II. S. 532), Sitka (Nov. 1829) 28° 16′ öſtlich (Erman a. a. O. S. 546), Marmato (Auguſt 1828) 6° 33′ öſtlich (Humboldt in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 331), Payta (Aug. 1823) 8° 56′ öſtlich (Duperrey in der Connaissance des tems pour 1828 p. 252). In Tiflis iſt der weſtliche Gang von 1ᵘ bis 2ᵘ (Parrot, Reiſe zum Ararat 1834 Th. II. S. 58).

town in Schottland, Washington und Toronto schon nach 10 oder 11 Uhr Abends bemerkt worden.

Die vier Bewegungen der Nadel, die ich 1805 erkannt habe*), sind in der schönen Sammlung der Beobachtungen von Greenwich aus den Jahren 1845, 1846 und 1847 als Resultate vieler tausend stündlicher Beobachtungen in folgenden 4 Wendepunkten †) dargestellt: erstes Minimum 20ʰ, erstes Maximum 2ʰ; zweites Minimum 12ʰ oder 14ʰ, zweites Maximum 14ʰ oder 16ʰ. Ich muß mich begnügen, hier nur die Mittelzustände anzugeben, und auf den Umstand aufmerksam zu machen, daß das morgendliche Haupt-Minimum (20ʰ) in unserer nördlichen Zone gar nicht durch den früheren oder späteren Aufgang der Sonne verändert wird. Ich habe in 2 Solstitien und 3 Aequinoctien, in denen ich gemeinschaftlich mit Oltmanns, jedesmal 5 bis 6 Tage und eben so viele Nächte die

*) S. Auszüge aus einem Briefe von mir an Karsten (Rom, 22. Juni 1805) „über vier Bewegungen der Magnetnadel, gleichsam vier magnetische Ebben und Fluthen, analog den Barometer-Perioden“; abgedruckt in Hansteen, Magnetismus der Erde 1819 S. 459. Ueber die, so lange vernachlässigten, nächtlichen Declinations-Variationen vergl. Faraday on the night Episode § 3012—3024.

†) Airy, Magnet. and Meteor. Observations made at Greenwich 1845 (Results) p. 6, 1846 p. 94, 1847 p. 236. Wie sehr die frühesten Angaben der Wendestunden bei Tage und bei Nacht mit denen übereinstimmen, welche vier Jahre später in den so reichlich ausgestatteten Magnethäusern von Greenwich und Canada ermittelt wurden, erhellt aus der Untersuchung von correspondirenden Breslauer und Berliner Beobachtungen meines vieljährigen Freundes Encke, des verdienstvollen Directors unserer Berliner Sternwarte. Er schrieb am 11. Oktober 1836: „In Bezug auf das nächtliche Maximum oder die Inflexion der stündlichen Abweichungs-Curve glaube ich nicht, daß im allgemeinen ein Zweifel obwalten kann, wie es auch Dove aus Freiberger Beobachtungen 1830 (Poggendorff Ann. Bd. XIX. S. 373) geschlossen hat. Graphische Darstellungen sind zur richtigen Uebersicht des Phänomens weit vortheilhafter als die Zahlentabellen. Bei den ersten fallen große Unregelmäßigkeiten sogleich in das Auge und gestatten die Ziehung einer Mittellinie: während daß bei den letzteren das Auge häufig sich täuscht, und eine einzelne sehr auffallende Unregelmäßigkeit als ein wirkliches Maximum oder Minimum nehmen kann. Die Perioden zeigen sich durch folgende Wendestunden bestimmt:

größte östliche Declination	20 Uhr, I. Max. Ost
größte westliche Declination	1 „ I. Min. Ost
zweites östl. kleines Maximum	10 „ II. Max. Ost
zweites westl. kleines Minimum	16 „ II. Min. Ost

Das zweite kleine Minimum (die nächtliche Elongation gegen Westen) fällt eigentlich zwischen 15 und 17 Uhr, bald der einen, bald der anderen Stunde näher.“ Es ist kaum nöthig zu erinnern, daß, was Encke und ich die Minima gegen Osten, ein großes und ein kleines 16ʰ nennen, in den, 1840 gegründeten, englischen und amerikanischen Stationen als Maxima gegen Westen aufgeführt wird, und daß demnach auch unsere Maxima gegen Osten (20ʰ und 10ʰ) sich in Minima gegen Westen umwandeln. Um also den stündlichen Gang der Nadel in seiner Allgemeinheit und großen Analogie in der nordlichen Halbkugel darzustellen, wähle ich die von Sabine befolgten Benennungen, die Reihung von der Epoche größter Elongation gegen Westen anfangend, in der mittleren Zeit jedes Orts:

	Freiberg 1829	Breslau 1836	Greenwich 1846—47	Makerstoun 1842—43	Toronto 1843—47	Hobarton 1840—43
Maximum	1ʰ	1ʰ	2ʰ	0ʰ 46′	1ʰ	1ʰ
Minimum	13	10	12	10	10	10
Maximum	16	16	16	14½	14	14
Minimum	20	20	20	19½	20	20

In den einzelnen Jahreszeiten hat Greenwich einige merkwürdige Verschiedenheiten gezeigt. Im Jahr 1847 war im Winter nur Ein Max. (2ʰ) und Ein Min. (12ʰ); im Sommer eine doppelte Progression, aber das zweite Min. um 14ʰ statt um 16ʰ (p. 236). Die größte westliche Elongation (erstes Max.) blieb im Winter wie im Sommer an 2ʰ geheftet, aber die Stunde (das zweite Min.) war 1846 (p. 94) im Sommer um gewöhnlich um 20ʰ und im Winter um 12ʰ. Die mittlere winterliche Zunahme gegen Westen ging ohne Unterbrechung in dem genannten Jahre von Mitternacht bis 2ʰ fort. Vergl. auch 1845 (p. 5). Makerstoun (Roxburghshire in Schottland) ist die Sternwarte, welche man dem edlen wissenschaftlichen Eifer von Sir Thomas Brisbane verdankt (s. John Allan Broun, Obs. in Magnetism and Meteorology, made at Makerstoun in 1843, p. 221—227). Ueber stündliche Tages- und Nacht-Beobachtungen von Petersburg s. Kupffer, Compte rendu météor. et magn. à Mr. de Brock 1851 p. 17. Sabine in seiner schönen, sehr scharfsinnig combinirten, graphischen Darstellung der stündlichen Declinations-Curve von Toronto (Phil. Tr. for 1851 P. II. Plate 27) deutet an, wie vor der kleinen nächtlichen West-Bewegung, welche um 11ʰ beginnt und bis 15ʰ dauert, eine sonderbare zweistündige Ruhe (von 9 bis 11 Uhr) eintritt. “We find,” sagt Sabine, “alternate progression and retrogression at Toronto twice in the 24 hours. In 2 of the 8 quarters (1841 and 1842) the inferior degree of regularity during the night occasions the occurrence of a *triple max. and min.*; in the remaining quarters the former hours are the same as those of the mean of the 7 years,” (Obs. made at the magn. und meteor. Observatory at Toronto in Canada Vol. I. p. XIV, XXIV, 183—191 und 228; und Unusual magn. Disturbances P. I. p. VI.) Für die sehr vollständigen Beobachtungen von Washington s. Gilliß, Magnet. and Meteor. Observations made at Washington p. 325 (General Law). Vergl. damit Bache, Observ. at the magn. and meteor. Observatory, at the Girard College, Philadelphia, made in the years 1840 to 1845 (3 Bände, enthaltend 3212 Seiten Quartfolio), Vol. I. p. 709, Vol. II. p. 1285, Vol. III. p. 2697 und 2702. Trotz der Nähe beider Orte (Philadelphia ist nur 1° 4′ nördlicher und 0ʰ 7′ 33″ östlicher als Washington) finde ich Verschiedenheit in den Zeiten der Perioden des westlichen secundären Maximums und secundären Minimums. Ersteres ist in Philadelphia um 1½, letzteres um 2¼ verfrühet.

ſtündliche Variation verfolgte, den öſtlichſten Wendepunkt im Sommer und in Wintermonaten unverrückt zwiſchen 19° ¾ und 20° ¼ gefunden, und nur ſehr unbeträchtlich *) durch den früheren Sonnen-Aufgang verfrüht.

In den hohen nördlichen Breiten nahe dem Polarkreiſe, und zwiſchen dieſem und dem Rotations-Pole iſt die Regelmäßigkeit der ſtündlichen Declination noch wenig erkannt worden, ob es gleich nicht an einer Zahl ſehr genauer Beobachtungen mangelt. Die locale Einwirkung der Gebirgsarten, und die Frequenz in der Nähe oder in der Ferne ſtörender Polarlichter machen Herrn Lottin in der franzöſiſchen wiſſenſchaftlichen Expedition der Lilloiſe (1836) faſt ſchüchtern, aus ſeiner eigenen großen und mühevollen Arbeit, wie aus der älteren (1786) des verdienſtvollen Löwenörn beſtimmte Reſultate über die Wendeſtunden zu ziehen. Im ganzen war zu Reikjavik (Island, Br. 64°, 8′), wie zu Godthaab an der grönländiſchen Küſte, nach Beobachtungen des Miſſionars Genge, das Minimum der weſtlichen Abweichung faſt wie in mittleren Breiten um 21ʰ oder 22ʰ; aber das Maximum ſchien erſt auf 9 bis 10 Uhr Abends zu fallen. †) Nördlicher, in Hammerfeſt (Finmarken, Br. 70° 40′) fand Sabine den Gang der Nadel ziemlich regelmäßig ‡) wie im ſüdlichen Norwegen und Deutſchland: weſtliches Minimum 21ʰ, weſtliches Maximum 1ʰ½; deſto verſchiedener fand er ihn auf Spitzbergen (Br. 79° 50′) wo die eben genannten Wendeſtunden 18ʰ und 7ʰ½ waren. Für die arctiſche Polar-Inſelwelt, in Port Bowen an der öſtlichen Küſte von Prince Regent's Inlet (Br. 73° 14′), haben wir aus der dritten Reiſe von Cap. Parry (1825) eine ſchöne Reihe fünfmonatlicher zuſammenhangender Beobachtungen von Lieut. Foſter und James Roß: aber wenn auch die Nadel innerhalb 24 Stunden zweimal durch den Meridian ging, den man für den mittleren magnetiſchen des Orts hielt, und in vollen zwei Monaten, April und Mai, gar kein Nordlicht ſichtbar war; ſo ſchwankten doch die Zeiten der Haupt-Elongationen um 4 bis 6 Stunden: ja vom Januar bis Mai waren im Mittel die Maxima und Minima der weſtlichen Abweichung nur um eine Stunde verſchieden! Die Quantität der Declination ſtieg an einzelnen Tagen von 1°¼ bis 6 und 7 Grad, während ſie unter den Wendekreiſen kaum ſo viele Minuten erreicht. ||) Wie jenſeits des Polarkreiſes, ſo iſt auch dem Aequator genähert ſchon in Hindoſtan, z. B. in Bombay (Br. 18° 56′), eine große Complication in den ſtündlichen Perioden der magnetiſchen Abweichung. Es zerfallen dieſelben dort in zwei Hauptclaſſen, welche, vom April bis October und vom October bis December, ſehr verſchieden ſind; ja wieder jede in zwei Subperioden zerfallen, die noch ſehr der Beſtimmtheit ermangeln. §)

*) Beiſpiele ſolcher kleinen Verfrühungen finde ich angegeben vom Lieut. Gilliß in ſeinen Magn. Observ. of Washington p. 328. Auch im nördlichen Schottland, in Makerstoun (lat. 55° 35′), giebt es Schwankungen in dem zweiten Minimum: das in den erſten 3 und 4 letzten Monaten des Jahres um 21ʰ, in den übrigen 5 Monaten (April bis Auguſt) um 19ʰ eintritt; alſo im Gegenſatz mit Berlin und Greenwich (Allan Broun, Obs. made at Makerstoun p. 225). Gegen den Antheil der Wärme an den regelmäßigen Aenderungen der ſtündlichen Declination, deren Min. am Morgen nahe um die Zeit des Min. der Temperatur, wie das Max. nahe mit dem Max. der Wärme eintritt, ſprechen deutlichſt die Bewegungen der Nadel in der Nacht-Periode, das zweite Min. und das zweite Max. „Es giebt zwei Maxima und zwei Minima der Declinazion in 24 Stunden, und doch nur Ein Minimum und Ein Maximum der Temperatur.“ (Reslhuber in Poggend. Annalen der Phyſik und Chemie Bd. 85 1852 S. 416.) Ueber den normalen Gang der Magnetnadel im nördlichen Deutſchland ſ. das Naturgetreueſte in einer Abhandlung von Dove (Poggend. Annalen Bd. XIX. S. 364—374).

†) Voy. en Islande et au Groënland, exécuté en 1835 et 1836 sur la Corv. la Recherche; Physique (1838) p. 214—225 und 358—367.

‡) Sabine, Account of the Pendulum Experiments 1825 p. 500.

||) Barlow's Bericht über die Beobachtungen von Port Bowen im Edinb. New Philos. Journal Vol. II. 1827 p. 347.

§) Prof. Orlebar in Oxford, einſt Superintendent des auf Koſten der oſtindiſchen Compagnie auf der Inſel Colaba erbauten magnetiſchen Obſervatoriums, hat die verwickelten Geſetze der Declinations-Veränderung in den Subperioden zu erörtern geſucht; Observations made at the magn. and meteor. Observatory at Bombay in 1845, Results p. 2—7. Merkwürdig ſcheint mir der mit dem des mittleren Europa's ſo übereinſtimmende Gang der Nadel in der erſten Periode von April bis October (weſtl. Min. 19ʰ½, Max. 6ʰ½; Min. 5ʰ½, Max. 7ʰ). Der Monat October ſelbſt iſt eine Uebergangs-Periode; denn im November und December erreicht die Quantität der täglichen Declination kaum 2 Minuten. Trotz der noch 8° betragenden Entfernung vom magnetiſchen Aequator, iſt doch ſchon die Regelmäßigkeit von Wendeſtunden ſchwer zu erkennen. Ueberall in der Natur, wo verſchiedenartige Störungs-Urſachen in wiederkehrenden, aber uns der Dauer nach unerkannten Perioden auf ein Phänomen der Bewegung wirken, bleibt, da die Störungen oft in ihrer Anhäufung entgegengeſetzt agiren oder ſich unregelmäßig verſtärken, das Geſetzliche lange verdeckt.

Von der Richtung der Magnetnadel in der *südlichen Halbkugel* konnte den Europäern durch eigene Erfahrung erst seit der zweiten Hälfte des 15ten Jahrhunderts, durch die kühnen Seefahrten von Diego Cam mit Martin Behaim, von Bartholomäus Diaz und Vasco de Gama, eine schwache Kunde zukommen: aber die Wichtigkeit, welche die Chinesen, die schon seit dem dritten Jahrhundert unserer Zeitrechnung, wie die Einwohner von Korea und der japanesischen Inseln, *auch zur See* durch den Compaß geleitet wurden, nach den Berichten ihrer frühesten Schriftsteller auf den *Südpol* legen; war wohl hauptsächlich auf den Umstand gegründet, daß ihre Schifffahrt sich gegen Süden und Südwesten richtete. Auf diesen südlichen Fahrten war ihnen die Bemerkung nicht entgangen, daß die Spitze der Magnetnadel, nach deren Weisung sie steuerten, nicht genau nach dem Südpol gerichtet war. Wir kennen sogar der Quantität *) nach eine ihrer Bestimmungen der *Variation gegen Südost* aus dem 12ten Jahrhundert. Die Anwendung und weitere Verbreitung solcher nautischen Hülfsmittel hat die sehr alte Verbindung von China †) und Indien mit Java, und in noch größerem Maaßstabe die Schifffahrt und Ansiedlung malayischer Stämme auf Madagascar begünstigt.

Wenn es auch, nach der jetzigen sehr nördlichen Lage des magnetischen Aequators zu urtheilen, wahrscheinlich ist, daß die Stadt Louvo in Siam, als der Missionar Guy Tachard daselbst 1682 die *stündlichen* Veränderungen der Abweichung zuerst bemerkte, dem Ausgang der nördlichen magnetischen Halbkugel sehr genähert war; so muß man doch erkennen, daß genaue stündliche Declinations-Beobachtungen in der *südlichen magnetischen Halbkugel* erst ein volles Jahrhundert später angestellt wurden. John Macdonald verfolgte den Gang der Nadel in den Jahren 1794 und 1795 im Fort Marlborough auf der südwestlichen Küste von Sumatra wie auf St. Helena. ‡) Die Physiker wurden durch die damals erhaltenen Resultate auf die große Abnahme der Quantität täglicher Variations-Veränderung in den niederen Breiten aufmerksam gemacht. Die Elongation betrug kaum 3 bis 4 Minuten. Eine mehr umfassende und tiefere Kenntniß des Phänomens wurde durch die wissenschaftlichen Expeditionen von Freycinet und Duperrey erlangt; aber erst die Errichtung magnetischer Stationen an 3 wichtigen Punkten der südlichen magnetischen Hemisphäre: zu Hobarton auf Van Diemen's Land, zu St. Helena und am Vorgebirge der guten Hoffnung (wo nun schon 10 Jahre lang von Stunde zu Stunde Beobachtungen über die Veränderung der 3 Elemente des tellurischen Magnetismus nach gleichmäßiger Methode angestellt werden), hat allgemeine erschöpfende Data geliefert. In den mittleren Breiten der südlichen magnetischen Halbkugel hat die Nadel einen ganz entgegengesetzten Gang als in der nördlichen: denn da in jener *die* Spitze der Nadel, welche gegen Süden gerichtet ist, vom Morgen bis Mittag aus Ost nach West geht; so macht dadurch die nach Norden weisende Spitze eine Bewegung von West nach Ost.

Sabine, dem wir die scharfsinnige Discussion aller dieser Variationen verdanken, hat fünfjährige stündliche Beobachtungen von Hobarton (Br. 42° 53′ Süd, Abw. 9° 57′ Ost)

---

*) S. die Beweise in meinem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 34—37. Die älteste Angabe der Abweichung, von Keutsungchy, einem Schriftsteller aus dem Anfang des 12ten Jahrhunderts, war Ost ⅚ Süd; *Klaproth's* Lettre sur l'invention de la Boussole p. 68.

†) Ueber den alten Verkehr der Chinesen mit Java nach Berichten von Fahian im Fo-kue-ki s. *Wilhelm v. Humboldt* über die Kawi-Sprache Bd. I. S. 16.

‡) Phil. Tr. for 1795 p. 340—349, for 1798 p. 397. Das Resultat, welches Macdonald aus seinen Beobachtungen in Fort Marlborough (gelegen über der Stadt Bencoolen, Br. 3° 47′ Süd, in Sumatra) selbst zieht, und nach welchem die östliche Elongation von 19° bis 5° im Zunehmen begriffen sein soll, scheint mir nicht ganz gerechtfertigt. Seit der Mittagsstunde ist regelmäßig erst um 3, um 4 oder 5 Uhr beobachtet worden; und einzelne, außer den Normalstunden gesammelte, zerstreute Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß auf Sumatra die Wendestunde der östlichen Elongation zur westlichen schon um 2° eintrat, ganz wie in Hobarton. Wir besitzen durch Macdonald Declinations-Beobachtungen aus 23 Monaten (vom Juni 1794 bis Juni 1796), und an diesen sehe ich in allen Jahreszeiten die östliche Abweichung von 19°½ bis Mittag durch fortgesetzte Bewegung der Nadel von W. nach O. zunehmen. Von dem Typus der nördlichen Halbkugel (Toronto), welcher zu Singapore von Mai bis September herrschte, ist hier keine Spur; und doch liegt Fort Marlborough unter fast gleichem Meridian, aber im Süden des geographischen Aequators, nur 5° 4′ von Singapore entfernt.

und Toronto (Br. 43° 39′ Nord, Abw. 1° 33′ West) so zusammengestellt, daß man die Perioden von October bis Februar und von April bis August unterscheiden kann, da die fehlenden Zwischen-Monate März und September gleichsam Uebergangs-Phänomene darbieten. In Hobarton zeigt das gegen Norden gekehrte Ende der Nadel zwei östliche und zwei westliche Maxima der Elongationen*), so daß sie in dem Jahres-Abschnitt von October bis Februar von 20ʰ oder 21ʰ bis 2ʰ gegen Ost geht, dann von 2ʰ bis 11ʰ ein wenig nach West; von 11ʰ bis 15ʰ wieder nach Ost, von 15ʰ bis 20ʰ zurück nach West. In der Jahres-Abtheilung vom April bis August sind die östlichen Wendestunden bis zu 3ʰ und 16ʰ verspätet, die westlichen Wendestunden zu 22ʰ und 11ʰ verfrüht. In der nördlichen magnetischen Halbkugel ist die Bewegung der Nadel von 20ʰ bis 1ʰ gegen Westen größer im dortigen Sommer als im Winter; in der südlichen magnetischen Halbkugel, wo zwischen den genannten Wendestunden die Richtung der Bewegung eine entgegengesetzte ist, wird die Quantität der Elongation größer gefunden, wenn die Sonne in den südlichen, als wenn sie in den nördlichen Zeichen steht.

Die Frage, die ich vor sieben Jahren in dem Naturgemälde†) berührt habe: ob es eine Region der Erde, vielleicht zwischen dem geographischen und magnetischen Aequator, gebe, in welcher (ehe der Uebergang des Nord-Endes der Nadel in denselben Stunden zu einer entgegengesetzten Richtung der Abweichung eintritt) gar keine stündliche Abweichung statt findet? scheint nach neueren Erfahrungen, besonders nach Sabine's scharfsinnigen Discussionen der Beobachtungen in Singapore (Br. 1° 17′ N.), auf St. Helene (Br. 15° 56′ S.) und am Vorgebirge der guten Hoffnung (Br. 33° 56′ S.), verneint werden zu müssen. Es ist bisher noch kein Punkt aufgefunden worden, in welchem die Nadel ohne stündliche Bewegung wäre; und durch die Gründung der magnetischen Stationen ist die wichtige und sehr unerwartete Thatsache erkannt worden, daß es in der südlichen magnetischen Halbkugel Orte giebt, in denen die stündlichen Schwankungen der Declinations-Nadel an den Erscheinungen (dem Typus) beider Halbkugeln abwechselnd Theil nehmen. Die Insel St. Helena liegt der Linie der schwächsten Intensität der Erdkraft sehr nahe: in einer Weltgegend, wo diese Linie sich weit von dem geographischen Aequator und von der Linie ohne Inclination entfernt. Auf St. Helena ist der Gang des Endes der Nadel, das gegen den Nordpol weist, ganz entgegengesetzt in den Monaten vom Mai bis September von dem Gange, den dasselbe Ende in den analogen Stunden von October bis Februar befolgt. Nach fünfjährigen stündlichen Beobachtungen ist in dem erstgenannten Theile des Jahres, im Winter der südlichen Halbkugel, während die Sonne in den nördlichen Zeichen steht, das Nordende der Nadel um 19ʰ am weitesten östlich; sie bewegt sich von dieser Stunde an, wie in den mittleren Breiten von Europa und Nordamerika, gegen Westen (bis 22ʰ), und erhält sich fast in dieser Richtung bis 2ʰ. Dagegen findet in anderen Theilen des Jahres, vom October bis Februar, in dem dortigen Sommer, wenn die Sonne in den südlichen Zeichen weilt und der Erde am nächsten ist, um 20ʰ (8ʰ Morgens) eine größte westliche Elongation der Nadel statt, und bis zur Mittagsstunde eine Bewegung von Westen gegen Osten: ganz nach dem Typus von Hobarton (Br. 42° 53′ S.) und anderer Gegenden der mittleren südlichen Halbkugel. Zur Zeit der Aequinoctien oder bald nachher, im März und April wie im September und October, bezeichnet der Gang der Nadel schwankend, an einzelnen Tagen, Uebergangs-Perioden von Einem Typus zum anderen, von dem der nördlichen zu dem der südlichen Halbkugel‡)

---

*) Sabine, Magn. Observ made at Hobarton Vol. I. (1841 and 1842) p. XXXV, 2 und 148; Vol. II. (1843—1845) p. III—XXXV und 172—344. Vergl. auch Sabine, Obs. made at St. Helena; denselben in den Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 55 Pl. IV und Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 636 Pl. XXVII.

†) Kosmos 1. Buch S. 94.

‡) Sabine, Observations made at the magn. and meteor. Observatory at St. Helena in 1840–1845 Vol. I. p. 30 und denselben in den Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 51—56 Pl. III. Die Regelmäßigkeit des Gegensatzes in den beiden Jahres-Abtheilungen Mai bis September (Typus der mittleren Breiten in der nördlichen Halbkugel) und October bis Februar (Typus

Singapore liegt ein wenig nördlich von dem geographiſchen Aequator, zwiſchen dieſen und dem magnetiſchen Aequator, der nach Elliot faſt mit der Curve der ſchwächſten Intenſität zuſammenfällt. Nach den Beobachtungen, welche von 2 zu 2 Stunden in den Jahren 1841 und 1842 zu Singapore angeſtellt worden ſind, findet Sabine die für St. Helena bezeichneten entgegengeſetzten Typen im Gange der Nadel von Mai bis Auguſt und von November bis Februar wieder eben ſo am Vorgebirge der guten Hoffnung: das doch 34° vom geographiſchen, und gewiß noch weit mehr von dem magnetiſchen Aequator entfernt iſt, eine Inclination von — 53° hat und die Sonne nie im Zenit ſieht.*) Wir beſitzen ſchon veröffentlicht ſechsjährige ſtündliche Beobachtungen vom Cap, nach denen, faſt ganz wie auf St. Helena, vom Mai bis September die Nadel von ihrem äußerſten öſtlichen Stande (19 ½) weſtlich geht bis 23°½, vom Oktober bis März aber gegen Oſten von 20°½ bis 1°½ und 2°. Bei der Entdeckung dieſer ſo wohl conſtatirten, aber noch genetiſch in ſo tiefes Dunkel gehüllten Erſcheinung hat ſich die Wichtigkeit der Jahre lang ununterbrochen von Stunde zu Stunde fortgeſetzten Beobachtungen vorzüglich bewährt. Störungen, die (wie wir gleich entwickeln werden) anhaltend bald nach Oſt, bald nach Weſt die Nadel ablenken, würden iſolirte Beobachtungen der Reiſenden unſicher machen.

Durch erweiterte Schifffahrt und Anwendung des Compaſſes bei geodätiſchen Aufnahmen iſt ſehr früh zu gewiſſen Zeiten eine außerordentliche Störung der Richtung, oft verbunden mit einem Schwanken, Beben und Zittern der angewandten Magnetnadel, bemerkt worden. Man gewöhnte ſich, dieſe Erſcheinung einem gewiſſen Zuſtande der Nadel ſelbſt zuzuſchreiben; man nannte ſie in der franzöſiſchen Seeſprache ſehr charakteriſtiſch ein Bernarrt-Sein der Nadel, l'affolement de l'aiguille, und ſchrieb vor, eine aiguille affolée von neuem und ſtärker zu magnetiſiren. Halley iſt allerdings der Erſte geweſen, der das Polarlicht für eine magnetiſche Erſcheinung erklärte †), da er von der ka-

---

der mittleren Breiten der ſüdlichen Halbkugel) ſtellt ſich in ihrer auffallenden Beſtimmtheit graphiſch dar, wenn man die Form und Inflexionen der Curve ſtündlicher Abweichung einzeln in den Tages-Abſchnitten von 14ʰ bis 22ʰ, von 22ʰ bis 4ʰ und von 4ʰ bis 14ʰ mit einander vergleicht. Jeder Beugung über der Linie, welche die mittlere Declination bezeichnet, entſpricht eine faſt gleiche unter derſelben (Vol. I. Pl. IV: die Curven AA und BB). Selbſt in der nächtlichen Periode iſt der Gegenſatz bemerkbar; und was noch denkwürdiger erſcheint, iſt die Bemerkung, daß, indem der Typus von St. Helena und des Vorgebirges der guten Hoffnung der der nördlichen Halbkugel iſt, ſogar auch in denſelben Monaten an dieſen ſo ſüdlich gelegenen Orten dieſelbe Verfrühung der Wechſelſtunden als in Canada (Toronto) eintritt. Sabine, Observ. at Hobarton Vol. I. p. XXXVI.

*) Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 52 und 57 und Sabine, Observations made at the magn. and meteor. Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846 Vol. I. p. XII—XXIII Pl. III. (Vergl. auch Faraday's geiſtreiche Anſichten über die Urſachen ſolcher vom Wechſel der Jahreszeiten abhangender Phänomene, in ſeinen Experiments on atmospheric Magnetism § 3027—3068, und über Analogien mit Petersburg § 3017.) An den ſüdlichen Küſten des Rothen Meeres ſoll ein ſehr fleißiger Beobachter, Herr d'Abbadie, den ſeltſamen, nach den Jahreszeiten wechſelnden Typus der Magnet-Declination vom Vorgebirge der guten Hoffnung, von St. Helena und Singapore beobachtet haben (Airy on the present state of the science of Terrestrial Magnetism 1850 p. 2). „Es ſcheint," bemerkt Sabine, „eine Folge von der jetzigen Lage der 4 foci der ſtärkſten Intenſität der Erdkraft zu ſein, daß die wichtige Curve der relativ (nicht abſolut) ſchwächſten Intenſität in dem ſüd-atlantiſchen Ocean ſich aus der Nähe von St. Helena gegen die Südſpitze von Afrika hinſiehl. Die aſtronomiſch-geographiſche Lage dieſer Südſpitze, wo die Sonne das ganze Jahr hindurch nördlich vom Zenith ſteht, giebt einen Hauptgrund gegen de la Rive's thermale Erklärung (Annales de Chimie et de Physique T. XXV 1848 p. 310) des hier berührten auf den erſten Blick abnorm ſcheinenden und doch ſehr geſetzlichen, an anderen Punkten ſich wiederholenden Phänomens von St. Helena." Sabine in den Proceedings of the Royal Society 1849 p. 821.

†) Halley, Account of the late surprizing appearance of lights in the air in den Phil. Transact. Vol. XXIX. 1714—1716 No. 347 p. 422—428. Halley's Erklärung des Nordlichts dürfte leider mit der, 25 Jahre früher von ihm entwickelten, phantaſtiſchen Hypotheſe (Phil. Tr. for 1693 Vol. XVII. No. 196 p. 563) zuſammen; nach welcher in der hohlen Erdkugel zwiſchen der äußeren Schale, auf der wir wohnen, und dem inneren, auch von Menſchen bewohnten, leuchtenden Kerne (zur Erleichterung der Geſchäfte in dieſem unterirdiſchen Leben) ſich ein leuchtendes Fluidum befindet. "In order to make that inner Globe capable of being inhabited, there might not improbably be contained some luminous Medium between the balls, so as to make a perpetual Day below." Da nun in der Gegend der Rotations-Pole die äußere Schale unſerer Erd inde (wegen der entſtandenen Abplattung) viel dünner ſein müſſe als unter dem Aequator, ſo ſcheine ſich zu gewiſſen Zeiten, beſonders in den Aequinoctien, das innere leuchtende Fluidum, d. i. das magnetiſche, in der dünnen Polargegend einen Weg durch die Spalten des Geſteins. Das Ausſtrömen dieſes Fluidums iſt nach Halley die Erſcheinung des Nordlichts. Verſuche mit Eiſenfeilen, auf einem ſphäroidiſchen Magnet (eine Terrelle) geſtreut, dienen dazu die Richtung der leuchtenden farbigen Strahlen des Nordlichts zu erklären. „So wie jeder ſeinen eigenen Regenbogen ſieht, ſo hat auch für jeden Beobachter die Corona an einem anderen Punkte" (p 424). Ueber den geognoſtiſchen Theil eines geiſtreichen und in allen ſeinen magnetiſchen und aſtronomiſchen Arbeiten ſo gründlichen Forſchers vergl. Kosmos 1. Buch S. 86 und Anm. †.

cietät zu London aufgefordert wurde, das, in ganz England gesehene, große Meteor
n 6. März 1716 zu erklären. Er sagt, „das Meteor sei dem analog, welches Gassendi
erst 1621 mit dem Namen Aurora borealis belegt hätte.“ Ob er gleich auf seinen
efahrten zur Bestimmung der Abweichungs-Linie die zum 52sten Grade südlicher Breite
gedrungen war, so lernt man doch aus seinem eigenen Geständniß, daß er bis 1716 nie
Nord- oder Süd-Polarlicht gesehen: da doch die letzteren, wie ich bestimmt weiß, bis in
Mitte der peruanischen Tropenzone sichtbar werden. Halley scheint also aus eige-
Erfahrung nichts von der Beunruhigung der Nadel, den außerordentlichen Störungen
Schwankungen derselben bei gesehenen oder ungesehenen Nord- und Südlichtern beob-
tet zu haben. Olav Hiorter und Celsius zu Upsala sind die Ersten, die, im Jahr
41, noch vor Halley's Tode, den, von ihm nur vermutheten Zusammenhang zwischen
em gesehenen Nordlichte und dem gestörten normalen Gange der Nadel durch eine lange
che messender Bestimmungen bekräftigten. Dieses verdienstliche Unternehmen veranlaßte
die ersten verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen mit Graham in Lon-
n anzustellen; und die außerordentlichen Störungen der Abweichung
Erscheinung des Nordlichts wurden durch Wargentin, Canton und Wilke specieller
orscht.

Beobachtungen, die ich Gelegenheit hatte in Gemeinschaft mit Gay-Lussac (1805)
Rom auf dem Monte Pincio zu machen, besonders aber eine lange, durch jene Beobach-
gen veranlaßte Arbeit in den Aequinoctien und Solstitien der Jahre 1806 und 1807
einem großen einsamen Garten zu Berlin (mittelst des magnetischen Fernrohrs von
ony und eines fernen, durch Lampenlicht wohl zu erleuchtenden Tafel-Signals) in Ge-
inschaft mit Oltmanns; lehrten mich bald, daß dieser, zu gewissen Epochen mächtig
nicht bloß local wirkende Theil tellurischer Thätigkeit, den man unter dem allgemeinen
men außerordentlicher Störungen begreift, seiner Complication wegen,
e anhaltende Beachtung verdiene. Die Vorrichtung des Signals und des Fadenkreuzes
dem an einem, bald seidenen, bald metallenen Faden hangenden Fernrohr, welches ein
iter Glaskasten umschloß, erlaubte das Ablesen von 8 Secunden im Bogen. Da bei
cht zu dieser Beobachtungs-Methode das Zimmer, in welchem sich das, von einem Mag-
stabe geleitete Fernrohr befand, finster bleiben konnte; so fiel der Verdacht der Luftströ-
ng weg, welchen bei den, übrigens vortrefflichen, mit Microscopen versehenen Declina-
ien die Erleuchtung der Scale veranlassen kann. In der schon damals von mir ausge-
rochenen Meinung: „daß eine fortlaufende, ununterbrochene, stündliche und halbstündliche
eobachtung (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten
eobachtungen vieler Monate vorzuzuziehen sei“; beobachteten wir in den Aequinoctial-
nd Solstitial-Epochen, deren große Wichtigkeit alle neueren Arbeiten bewährt haben, 5, 7
is 11 Tage und eben so viele Nächte*) hindurch. Wir erkannten bald, daß, um den
igentlichen physischen Charakter dieser anomalen Störungen zu studiren, es nicht genüge,
as Maaß (die Quantität) der veränderten Abweichung zu bestimmen, sondern daß jeder
Beobachtung auch numerisch der Grad der Unruhe der Nadel, durch die gemessene
Elongation der Schwingungen, beigefügt werden müsse. Bei dem gewöhnli-
chen stündlichen Gang der Nadel fanden wir diese so ruhig, daß unter 1500 Resultaten,
aus 6000 Beobachtungen (Mitte Mai 1806 bis Ende Juni 1807) gezogen, die Oscillation
meist nur von einem halben Theilstrich zum anderen ging, also nur 1' 12" betrug; in ein-
zelnen Fällen, und oft bei sehr stürmischem Regenwetter, schien die Nadel entweder ganz

*) Bei großer Ermüdung in vielen auf einander folgenden Nächten wurden Prof. Oltmanns und ich bisweilen unterstützt von sehr zuverlässigen Beobachtern: dem Herrn Bau-Conducteur Mämpel, dem Geographen Hrn. Friesen, dem sehr unterrichteten Mechanicus Nathan Mendelssohn und unserem großen Gnomosten Leopold von Buch. Ich nenne immer gern in diesem Buche, wie in allen meinen früheren Schriften, die, welche meine Arbeiten freundlichst getheilt haben.

fest stehend oder sie schwankte nur um 0,2 oder 0,3 Theile, d. i. 24″ oder 28″. Wenn aber das magnetische Ungewitter, dessen stärkster und späterer Ausbruch das Polarlicht ist, eintrat, so waren die Schwankungen bald nur 14, bald 38 Minuten im Bogen: jede in 1½ bis 3 Zeitsecunden vollbracht. Oftmals war wegen der Größe und Ungleichheit der Oscillationen, welche die Theilstriche des Signals nach Einer Seite oder nach beiden weit überschritten, gar keine Beobachtung möglich.*) Dies war z. B. der Fall in der Nacht vom 24. Sept. 1806 in langer, ununterbrochener Dauer, erst von 14° 40′ bis 15° 32′ und dann von 15° 57′ bis 17° 4′.

Gewöhnlich war bei heftigen magnetischen Ungewittern (unusual or larger Magnetic disturbances, Magnetic Storms) das Mittel der Schwingungs-Bogen nach Einer Seite hin (gegen O oder W) im Fortschreiten, wenn auch mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit; aber in seltenen Fällen wurden auch außerordentliche Schwankungen bemerkt, ohne daß die Abweichung unregelmäßig zu- oder abnahm, ohne daß das Mittel der Schwankungen sich von dem Theilstriche entfernte, welcher zu dem normalen Gange der Nadel in gegebener Stunde gehörte. Wir sahen nach langer relativer Ruhe plötzlich Bewegungen von sehr ungleicher Stärke eintreten (Bogen beschreibend von 6—15 Minuten, alternirend oder regellos unter einander gemischt), und dann plötzlich wieder die Nadel sich beruhigen. Bei Nacht war ein solches Gemisch von totaler Ruhe und heftiger Schwankung, ohne Fortschreiten nach einer Seite, besonders auffallend.†) Eine eigene Modification der Bewegung, die ich noch glaube erwähnen zu müssen, ist eine sehr selten eintretende verticale: eine Art Kippen, eine Veränderung der Inclination des Nord-Endes der Nadel 15 bis 20 Zeitminuten lang, bei sehr mäßigen horizontalen Schwankungen oder völliger Abwesenheit

*) Der Monat September 1806 war auffallend reich an großen magnetischen Ungewittern. Ich führe aus meinem Journale beispielsweise folgende an:

21—22.	Sept.	1806 von 16ʰ 36′	bis 17ʰ 43′
22—23.	„	„ von 16ʰ 40′	bis 19ʰ 2′
23—24.	„	„ von 15ʰ 33′	bis 18ʰ 27′
24—25.	„	„ von 15ʰ 4′	bis 18ʰ 2′
25—26.	„	„ von 14ʰ 22′	bis 16ʰ 30′
26—27.	„	„ von 14ʰ 12′	bis 16ʰ 3′
27—28.	„	„ von 13ʰ 55′	bis 17ʰ 27′
28—29.	„	„ von 12ʰ 3′	bis 13ʰ 22′ ein kleines Ungewitter, und dann die ganze Nacht bis Mittag größte Ruhe;
29—30.	Sept.	1806 von 10ʰ 26′	bis 11ʰ 32′ ein kleines Ungewitter, dann große Ruhe bis 17ʰ 6′;

30. Sept. — 1. Oct. 1806 um 14ʰ 46′ ein großes, aber kurzes Ungewitter; dann vollkommene Ruhe und um 16ʰ 30′ wieder eben so großes Ungewitter.

Dem großen storm vom 25—26. Sept. war schon von 7ʰ 8′ bis 9ʰ 11′ ein noch stärkerer vorhergegangen. In den folgenden Wintermonaten war die Zahl der Störungen sehr gering, und nie mit den Herbst-Aequinoctial-Störungen zu vergleichen. Ich nenne großes Ungewitter einen Zustand, in welchem die Nadel Oscillationen von 20 bis 38 Minuten macht, oder alle Theilstriche des Segments überschreitet, oder wenn gar die Beobachtung unmöglich wird. Im kleinen Ungewitter sind die Schwankungen regelmäßig von 5—8 Minuten.

†) Schwingungen ohne Veränderung in der Abweichung sind zu Paris von Arago in zehnjährigen fleißigen Beobachtungen bis 1829 nicht wahrgenommen worden. "J'ai communique à l'Académie," schreibt er in jenem Jahre, "les résultats de nos observations simultanées. J'ai été surpris des oscillations qu'éprouve parfois l'aiguille de déclinaison à Berlin dans les observations de 1806, 1807, et de 1828 et 1829, lors même que la declinaison moyenne n'est pas altérée. Ici (à Paris) nous ne trouvons jamais rien de semblale. Si l'aiguille éprouve de fortes oscillations, c'est seulement en tems d'aurore *boréale* et lorsque sa direction absolute a été notablement dérangée; et encore *le plus souvent* les dérangements dans la direction ne sontils pas accompagnés du mouvement oscillatoire." Ganz entgegengesetzt den hier geschilderten Erscheinungen sind aber die in Toronto aus den Jahren 1840 und 1841 in der nördlichen Breite von 43° 39′. Sie stimmen ganz mit denen von Berlin überein. Die Beobachter in Toronto waren so aufmerksam auf die Art der Bewegung, daß sie strong and slight vibrations, shocks und alle Grade der disturbances nach bestimmten Unterabtheilungen der Scale angeben, und eine solche Nomenclature bestimmt und einförmig befolgen. (Sabine, Days of unusual magn. Disturbances Vol. I. p. 46.) Aus den genannten zwei Jahren werden aus Canada 6 Gruppen auf einander folgender Tage (zusammen 144 an der Zahl) aufgeführt, in denen die Oscillationen nicht sehr stark waren (with strong shocks), ohne merkliche Veränderung in der stündlichen Declination. Solche Gruppen (s. a. a. O. p. 47, 54, 74, 88, 95 und 101) sind bezeichnet durch die Ueberschrift: "Times of Observations at Toronto, at which the Magnetometers were disturbed, but the mean readings were not materially changed." Auch die Veränderungen in Abweichung während der häufigen Nordlichter waren zu Toronto fast immer von starken Oscillationen begleitet: oft sogar von solchen, die alles Ablesen unmöglich machten. Wir erfahren also durch diese, der genauen Prüfung nicht genug zu empfehlenden Erscheinungen, daß, wenn auch oft momentane, die Nadel beunruhigende Abweichungs-Veränderungen große und definitive Veränderungen in der Variation zur Folge haben (Brayhusband, Unusual Disturbances P. II. p. X), daß im ganzen die Größe der Schwingungs-Bogen keineswegs der Größe des Maaßes der Declinations-Veränderung entspricht; daß bei sehr unmerklichen Declinations-Veränderungen die Schwingungen sehr groß, wie ohne alle Schwingung der Fortschritt der Nadel in der westlichen oder östlichen Abweichung schnell und beträchtlich sein kann; auch daß diese Processe magnetischer Thätigkeit an verschiedenen Orten einen verschiedenen Charakter annehmen.

derſelben. Bei der ſo fleißigen Aufzeichnung aller Nebenverhältniſſe in den engliſchen Stations-Regiſtern finde ich dieſes bloß verticalen Zitterns (constant vertical motion, the needle oscillating vertically) nur 3mal auf Van Diemen's Inſel angegeben. *)

Die Epoche des Eintretens der größeren magnetiſchen Ungewitter hat mir im Mittel in Berlin die dritte Stunde nach Mitternacht geſchienen, aufhörend auch im Mittel um fünf Uhr des Morgens. Kleine Gewitter beobachteten wir bei Tage in den Nachmittagsſtunden zwiſchen 5 und 7 Uhr oft an denſelben September-Tagen, wo nach Mitternacht ſo ſtarke storms folgten, daß wegen der Größe und Schnelligkeit der Oſcillationen jedes Ableſen und jede Schätzung des Mittels der Elongation unmöglich waren. Ich wurde gleich anfangs ſo überzeugt von den gruppenweiſe mehrere Nächte hinter einander eintretenden magnetiſchen Ungewittern, daß ich die Eigenthümlichkeiten dieſer außerordentlichen Störungen der Berliner Akademie ankündigte, und Freunde, meiſt nicht vergebens, einlud, zu vorbeſtimmten Stunden mich zu beſuchen und ſich der Erſcheinung zu erfreuen. †) Auch Kupffer während ſeiner Reiſe im Caucaſus 1829, und ſpäter Kreil bei ſeinen ſo ſchätzbaren Prager Beobachtungen haben das Wieder-Eintreten der magnetiſchen Ungewitter zu denſelben Stunden bekräftigt. ‡)

Was ich im Jahr 1806 in meinen Aequinoctial- und Solſtitial-Beobachtungen nur im allgemeinen über die außerordentlichen Störungen der Abweichung erkannte, iſt ſeit der Errichtung der magnetiſchen Stationen in den großbritanniſchen Beſitzungen (1838—1840) durch Anhäufung eines reichen Materials und durch die talentvolle Bearbeitung des Oberſt Sabine eine der wichtigſten Errungenſchaften in der Lehre vom telluriſchen Magnetismus geworden. In den Reſultaten beider Hemiſphären hat dieſer ſcharfſinnige Gelehrte die Störungen nach Tages- und Nachtſtunden, nach Jahreszeiten, nach Deviationen, gegen Oſten oder Weſten gerichtet, geſondert. In Toronto und Hobarton waren die Störungen zwiefach häufiger und ſtärker bei Nacht als bei Tage ||); eben ſo in den älteſten Beobachtungen zu Berlin: ganz im Gegenſatz von 2600 bis 3000 Störungen am Cap der guten Hoffnung, und beſonders auf der Inſel St. Helena, nach der gründlichen Unterſuchung des Capitäns-Younghusband. In Toronto traten im Mittel die Hauptſtörungen in der Epoche von Mitternacht bis 5 Uhr Morgens ein; bisweilen nur wurden ſie früher, zwiſchen 10 Uhr Abends und Mitternacht, beobachtet: alſo in Toronto wie in Hobarton prädominirend bei Nacht. Nach einer ſehr mühevollen und ſcharfſinnigen Prüfung, welche Sabine mit 3940 Torontoer und 3470 Hobarttowner Störungen aus dem ſechsjährigen Cyclus von 1843 bis 1848 angeſtellt (die geſtörten Abweichungen machten den neunten und zehnten Theil der ganzen Maſſe aus), hat er die Folgerung §) ziehen können: „daß die Stö-

*) Unusual Disturb. Vol. I. P. I. p. 69 und 101.

†) Dies war Ende September 1806. Veröffentlicht wurde die Thatſache in Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. XV. (April 1829) S. 330. Es heißt dort: „Meine älteren, mit Oltmanns angeſtellten, ſtündlichen Beobachtungen hatten den Vorzug, daß damals (1806 und 1807) keine ähnliche, weder in Frankreich noch in England, angeſtellt wurden. Sie gaben die nächtlichen Maxima und Minima; ſie lehrten die merkwürdigen magnetiſchen Gewitter kennen, welche durch die Stärke der Oſcillationen oft alle Beobachtung unmöglich machen, mehrere Nächte hinter einander zu derſelben Zeit eintreten, ohne daß irgend eine Einwirkung meteorologiſcher Verhältniſſe dabei bisher hat erkannt werden können." Es iſt alſo nicht erſt im Jahr 1839, daß eine gewiſſe Periodicität der außerordentlichen Störungen erkannt worden iſt. (Report of the fifteenth Meeting of the British Association, at Cambridge 1845, P. II. p. 12.)

‡) Kupffer, Voyage au Mont Elbrouz dans le Caucase 1829 p. 108: "Les déviations irrégulières se répètent souvent à la même heure et pendant plusieurs jours consécutifs."

||) Sabine, Unusual Disturb. Vol. I. P. I. p. XXI, und Younghusband on periodical Laws in the larger Magnetic Disturbances in den Phil. Tr. for 1853 P. I. p. 173.

§) Sabine in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 125 bis 127: "The *diurnal variation* observed is in fact constituted by two variations *superposed* upon each other, having different laws and bearing different proportions to each other in different parts of the globe. At tropical stations the influence of what have been hitherto called the *irregular* disturbances (*magnetic storms*), is comparatively feeble; but it is otherwise at stations situated as are Toronto (Canada) and Hobarton (Van Diemen-Island), where their influence is both really and proportionally greater, and amounts to a clearly recognizable part of the whole diurnal variation." Es findet hier in der zuſammengeſetzten Wirkung gleichzeitiger, aber verſchiedener Bewegungs-Urſachen daſſelbe ſtatt, was von Poiſſon ſo ſchön in der Theorie der Wellen entwickelt iſt (Annales de Chimie et de Physique T. VII. 1817 p. 293): "Plusieurs sortes d'ondes peuvent se croiser dans l'eau comme dans l'air; les petits mouve-

rungen zu einer eigenen Art *periodisch wiederkehrender Variationen* gehören, welche erkennbaren Gesetzen folgen, von der Stellung der Sonne in der Ekliptik und der täglichen Rotation der Erde um ihre Achse abhangen, ja ferner nicht mehr *unregelmäßige* Bewegungen genannt werden sollten; man unterscheide darin, neben einem eigenthümlichen localen Typus, allgemeine, den ganzen Erdkörper afficirende Processe.“ In denselben Jahren, in denen die Störungen häufiger in Toronto waren, wurden sie es auch und fast im gleichen Maaße auf der südlichen Halbkugel in Hobarton. Im ganzen traten sie am ersteren Orte im Sommer (von April bis September) in doppelter Menge als in den Wintermonaten (von October bis März) ein. Die größte Zahl der Störungen gehörte dem Monat September an, ganz wie um die Zeit des Herbst-Aequinoctiums in meinen Berliner Beobachtungen *) von 1806. Sie sind seltener in den Wintermonaten jeden Orts, seltener vom November bis Februar in Toronto und vom Mai bis August in Hobarton. Auch auf St. Helena und am Cap der guten Hoffnung sind nach Younghusband die Durchgänge der Sonne durch den Aequator durch Häufigkeit der Störungen in hohem Grade bemerkbar.

Das Wichtigste, auch erst von Sabine Aufgefundene, in dieser Erscheinung ist die Regelmäßigkeit, mit der in beiden Halbkugeln die *Störungen eine vermehrte östliche* oder *westliche Abweichung* verursachen. In Toronto, wo die Declination schwach gegen Westen ist (1° 33′), war, der Zahl nach, das Fortschreiten gegen *Osten* im Sommer (Juni—September) dem Fortschreiten gegen Westen im Winter (December—April) überwiegend, und zwar im Verhältniß von 411 : 290. Eben so ist es auf Van Diemen's Insel nach *localer* Jahreszeit; auch in den dortigen Wintermonaten (Mai—August) sind die magnetischen Ungewitter auffallend seltener. †) Die Zergliederung von 6 Jahren der Beobachtung in 2 entgegengesetzten Stationen, von Toronto und Hobarton, hatte Sabine zu dem merkwürdigen Ergebnisse geführt: daß von 1843 bis 1848 in beiden Hemisphären nicht bloß die Zahl der Störungen, sondern auch (wenn man, um das jährliche Mittel der täglichen Abweichung in seinem normalen Werth zu erlangen, 3469 stornis nicht mit in Rechnung bringt) das Maaß der totalen Abweichung von diesem Mittel in den genannten 5 Jahren allmälig von 7′,65 bis 10′,58 im Zunehmen gewesen ist; ja daß diese Zunahme gleichzeitig, wie in der amplitudo der Declination, so in der Inclination und totalen Erdkraft bemerkbar war. Dieses Ergebniß gewann eine erhöhte Wichtigkeit, als er eine Bekräftigung und Verallgemeinerung desselben in Lamont's ausführlicher Arbeit (vom Sept. 1851) „über eine *zehnjährige Periode*, welche sich in der täglichen Bewegung der Magnetnadel darstellt“, erkannte. Nach Beobachtungen von Göttingen, München und Kremsmünster ‡) hatte die Mittelgröße der täglichen Declination ihr *Minimum* erreicht von 1843 zu 1844, ihr *Maximum* von 1848 zu 1849. Nachdem die Declination so fünf Jahre zugenommen, nimmt sie eben so viele Jahre wiederum ab: wie eine Reihe genauer stündlicher Beobachtungen erweist, die bis zu einem Maximum von 1786½ hinaufführen. ||) Um eine allgemeine Ursach einer solchen Periodicität in allen 3 Elementen des tellurischen Magnetismus aufzufinden, wird man geneigt, zu einem *kosmischen* Zusammenhange seine Zuflucht zu nehmen. Ein solcher ist nach Sabine's §)

---

ments so *superposent*.“ Vergl. Lamont's Vermuthungen über die zusammengesetzte Wirkung einer *Polar-* und einer *Aequatorial-Welle* in Poggendorff's Annalen Bd. 84, S. 583.

*) S. oben S. 683 Anm. *.

†) *Sabine* in den Phil. Tr. for 1852 P. II. p. 110. (Younghusband a. a. O. p. 169.)

‡) Nach Lamont und Reslhuber ist die magnetische Periode 10½ Jahre; so daß die Größe des Mittels der täglichen Bewegung der Nadel 5 Jahre hindurch zu- und 5 Jahre hindurch abnimmt, wobei die winterliche Bewegung (amplitudo der Abweichung) immerfort fast doppelt so schwach als die der Sommermonate ist. (Vgl. *Lamont*, Jahresbericht der Sternwarte in München für 1852 S. 54—60.) Der Director der Berner Sternwarte, Herr Rudolph Wolf, findet durch eine viel umfassendere Arbeit, daß die zusammentreffende Periode der Magnet-Declination und der Frequenz der Sonnenflecken auf 11,1 Jahr zu setzen sei.

||) *Kosmos* 4. Buch S. 675—676.

§) *Sabine* in den Phil. Tr. for 1852 P. I. p. 103 und 121. Vergl. außer dem schon oben angeführten Aufsatz Rudolph Wolf's vom Juli 1852 (*Kosmos* 4. Buch S. 675) auch ähnliche, fast zu derselben Zeit

ermuthung in den Veränderungen zu finden, welche in der Photosphäre der Sonne, d. h. den leuchtenden gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers, vorgehen. Nach chwabe's langjährigen Untersuchungen kommt nämlich die Periode der größten und klein- n Frequenz der Sonnenflecken ganz mit der überein, welche man in den magneti- en Variationen entdeckt hat. Auf diese Uebereinstimmung hat Sabine zuerst in seiner r königl. Societät zu London im März 1852 vorgelegten Abhandlung aufmerksam ge- acht. „Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen," sagt Schwabe in einem Aufsatze, mit m er den astronomischen Theil meines Kosmos bereichert hat, „daß wenigstens vom Jahr 826 bis 1850 in der Erscheinung der Sonnenflecken eine Periode von ungefähr 10 Jah- n dermaßen statt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; r Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist." *) Den mächtigen Einfluß des Sonnenkörpers als Masse auf den Erd-Magnetismus bekräftigt auch Sabine durch die harfsinnige Bemerkung: daß der Zeitpunkt, in welchem in beiden Hemisphären die In- nsität der Magnetkraft am stärksten ist und die Richtung der Nadel sich am meisten der rticalen nähert, in die Monate October bis Februar fällt: gerade wenn die Erde der Sonne am nächsten ist und sie sich in ihrer Bahn am schnellsten fortbewegt. †)

Von der Gleichzeitigkeit vieler magnetischer Ungewitter, wie sich dieselben auf viele tau- nd Meilen fortgepflanzt, ja fast um den ganzen Erdball gehen (so am 25. Sept. 1841 en Canada und von Böhmen bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemen's and und Macao), habe ich schon in dem Naturgemälde‡) gehandelt; auch Beispiele on den Fällen angegeben, wo die Perturbationen mehr local waren: sich von Sicilien nach psala, aber nicht von Upsala weiter nördlich nach Alten und Lapland verbreiteten. Bei en gleichzeitigen Declinations-Beobachtungen, die wir, Arago und ich, 1829 in Berlin, Paris, Freiberg, St. Petersburg, Kasan und Nikolajew mit denselben Gambey'schen In- trumenten angestellt, hatten sich einzelne starke Perturbationen von Berlin nicht bis Pa- is, ja nicht einmal bis in eine Freiberger Grube, wo Reich seine unterirdischen Mag- et-Beobachtungen machte, fortgepflanzt. Große Abweichungen und Schwankungen der Nadel bei Nordlichtern in Toronto riefen wohl in Kerguelen-Insel, aber nicht in Hobarton agnetische Ungewitter hervor. Bei dem Charakter der Alldurchdringlichkeit, welchen die Magnetkraft wie die Gravitations-Kraft aller Materie zeigt, ist es allerdings schwer, sich nen klaren Begriff von den Hindernissen der Fortpflanzung im Inneren des Erdkörpers machen: von Hindernissen, denen analog, welche sich den Schallwellen oder den Erschüt- rungswellen des Erdbebens, in denen gewisse einander nahe gelegene Orte nie zusammen eben‖), entgegenstehen. Sollten gewisse magnetische kreuzende Linien durch ihre Dazwi- henkunft der Fortpflanzung entgegenwirken?

Wir haben die regelmäßigen und die scheinbar unregelmäßigen Bewegungen, welche orizontal aufgehangene Nadeln darbieten, geschildert. Hat man in Erforschung des nor- alen, in sich wiederkehrenden Ganges der Nadel, durch Mittelzahlen aus den Extremen er stündlichen Veränderungen, die Richtung des magnetischen Meridians ergründen kön- en, in der von Einem Solstitium zu dem anderen die Nadel zu beiden Seiten gleich ge- chwankt hat; so führt die Vergleichung der Winkel, welche auf verschiedenen Parallelkrei- n die magnetischen Meridiane mit dem geographischen Meridian machen, uerst zur Kenntniß von Variations-Linien auffallend heterogenen Werthes

---

röffentlichte Vermuthungen von Gautier in der Bi- liothèque universelle de Genève T. XX. p. 189.

*) Kosmos 3. Buch S. 540—541.

†) Sabine in den Phil. Tr. for 1850 P. I. p. 216. Faraday, Exper. Researches on Electricity 1851 . 58, 73 und 76; § 2891, 2949 und 2958.)

‡) Kosmos 1. Buch S. 90. Poggendorff nnalen Bd. XV. S. 334 und 335; Sabine Un- ual Disturb. Vol. I. P. I. p. XIV—XVIII: wo Tafeln von gleichzeitigen storms in Toronto, Prag und auf Van Diemen zu finden sind. An Tagen, wo in Canada die magnetischen Ungewitter am stärksten waren (22. März, 10. Mai, 6. August und 25. Sept. 1841), zeigten sich dieselben Erscheinungen in der südlichen Hemisphäre, in Australien. Vergl. auch Edw. Belcher in den Phil. Tr. for 1843 p. 133.

‖) Kosmos 1. Buch S. 109.

(Andrea Bianco 1436 und der Cosmograph Kaiser Carls V., Alonso de Santa Cruz, versuchten es schon diese auf Karten zu tragen); später zu der glücklichen Verallgemeinerung isogonischer Curven, Linien gleicher Abweichung, welche der dankbare Sinn englischer Seefahrer lange durch den historischen Namen Halleyan lines bezeichnet hat. Unter den mannigfach gekrümmten, gruppenweise bisweilen fast parallelen, selten ganz in sich selbst recurrirenden und dann eiförmig geschlossene Systeme bildenden, isogonischen Curven verdienen in physikalischer Hinsicht die größte Aufmerksamkeit diejenigen, auf welchen die Abweichung null wird, und zu deren beiden Seiten Abweichungen entgegengesetzter Benennung, mit der Entfernung ungleich zunehmend, gefunden werden.*) Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, wie des Columbus erste Entdeckung einer Linie ohne Abweichung im atlantischen Ocean am 13. September 1492 dem Studium des tellurischen Magnetismus die Anregung gegeben hat, welches drittehalb Jahrhunderte hindurch freilich nur auf Verbesserung der Schiffsrechnung gerichtet war.

So sehr auch in der neuesten Zeit durch die höhere wissenschaftliche Bildung der Seefahrer, durch die Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden die Kenntniß einzelner Theile der Linien ohne Variation im nördlichen Asien, im indischen Archipelagus und im atlantischen Ocean erweitert worden ist; so darf doch wohl in dieser Sphäre unseres Wissens, da, wo das Bedürfniß einer kosmischen Uebersicht gefühlt wird, über Langsamkeit des Fortschritts und über Mangel von erlangter Allgemeinheit geklagt werden. Es ist mir nicht unbewußt, daß eine Unzahl von Beobachtungen bei zufälliger Durchschneidung der Linien ohne Abweichung in Schiffsjournalen aufgezeichnet worden sind; aber es fehlt an der Vergleichung und Zusammenstellung des Materials: das für diesen Gegenstand, wie für die dermalige Lage des magnetischen Aequators an Wichtigkeit gewinnen würde, wenn in den verschiedenen Meeren einzelne Schiffe allein damit beauftragt wären, in ihrem Curse jenen Linien ununterbrochen zu folgen. Ohne Gleichzeitigkeit der gewonnenen Beobachtung hat der tellurische Magnetismus für uns keine Geschichte. Ich wiederhole†) eine Klage, die ich frei schon mehrfach geäußert.

---

*) A. a. O. 1. Buch S. 92 und 93; 2. Buch S. 340 und 341; 4. Buch S. 664—667.

†) Zu sehr verschiedenen Zeitepochen: einmal (1809) in meinem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 368; das andere Mal (1839) in einem Briefe an den Graf Minto, damaligen ersten Lord der Admiralität, wenige Tage nach der Abreise von Sir James Roß zu der Südpol-Expedition, habe ich die Wichtigkeit meines im Text berührten Vorschlages näher entwickelt (vergl. Report of the Committee of Physics and Meteor. of the Royal Soc. relative to the Antarctic Exped. 1840 p. 88—91). "Suivre les traces de l'équateur magnétique ou celles des lignes sans déclinaison, c'est gouverner (diriger la route du vaisseau) de manière à couper les lignes zéro dans les intervalles les plus petits, en changeant de rumb chaque fois que les observations d'inclinaison ou de déclinaison prouvent qu'on a dévié. Je n'ignore pas que d'après de grandes vues sur les véritables fondements d'une *Théorie générale du Magnétisme terrestre*, dues à Mr. Gauss, la connaissance approfondie de *l'intensité horizontale*, le choix des points où les 3 éléments de déclinaison, d'inclinaison et d'intensité totale ont été mesurés *simultanément*, suffisent pour trouver la valeur de $\frac{V}{R}$ (Gauss § 4 et 27), et que ce sont là les *points vitaux* des recherches futures; mais la somme des *petites attractions* locales, les besoins du pilotage, les corrections habituelles du rumb et la sécurité des routes continuent à donner une importance spéciale à la connaissance de la position et des mouvements de translation périodique des *lignes sans déclinaison*. Je plaide ici leur cause, qui est liée aux intérêts de la Géographie physique." Es werden noch viele Jahre vergehen, ehe Variations-Karten, nach der Theorie des Erd-Magnetismus construirt, den Seefahrer leiten können (Sabine in der Phil. Tr. for 1849 P. II. p. 204); und die ganz objective, auf wirkliche Beobachtung gerichtete Ansicht, welche ich hier vertheidige, würde, wenn sie zu periodisch wiederkehrenden Bestimmungen, also zu gleichzeitig angestellten See- und Land-Expeditionen, nach einem gesetzten Zweck, führte, beide Vortheile zugleich gewähren: den einer unmittelbaren praktischen Anwendung wie einer genauen Kenntniß von der mit den Jahren fortschreitenden Bewegung der Linien; und den Vortheil, der von Gauß gegründeten Theorie viele neue Rechnung unterzulegende Data (Gauß § 25) zu liefern. Uebrigens wäre es, um die genaue Bestimmung der Bewegung der zwei Linien ohne Neigung und ohne Abweichung zu erleichtern, dienlich, wichtig Landmarken da zu veranstalten, wo die Linien in die Continente treten oder sie verlassen, für die Jahre 1850, 1875, 1900 .... Auf solchen Expeditionen, den alten Halley'schen ähnlich, würden sich dies, um zu den Null-Linien der Declination zu gelangen, viele andere isoklinische und isogonische Linien durchschnitten, und es könnte an den Küsten horizontale und totale Intensität gemessen werden: so daß mehrere Zwecke zugleich erreicht würden. Den hier geäußerten Wunsch habe ich unterlassen durch eine große nautische Autorität, auf welche ich gern hinweise, auf die Autorität von Sir James Ross (Voyage in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 195).

Nach dem, was wir bis jetzt im allgemeinen von der Lage der Linien ohne Abweichung wissen, giebt es statt der vier meridionartigen, an die man von Pol zu Pol am Ende des 16ten Jahrhunderts *) glaubte, wahrscheinlich drei sehr verschiedenartig gestaltete Systeme: wenn man mit dem Namen System solche Gruppen von Abweichungslinien bezeichnet, deren Null-Linie mit keiner andern Null-Linie in directer Verbindung steht, nicht für die Fortsetzung einer anderen (nach unserer jetzigen Kenntniß) gelten kann. Von diesen drei Systemen, die wir bald einzeln beschreiben werden, ist das mittlere, atlantische, auf eine einfache, von SSO nach NNW gerichtete, zwischen dem 65ten Grad südlicher bis zu dem 67ten Grad nördlicher Breite erkannte, Linie ohne Abweichung beschränkt. Das zweite, wenn man aus beiden die Durchschnittspunkte der Null-Linie mit dem geographischen Aequator allein in's Auge faßt, volle 150 Grade östlicher gelegene System, ganz Asien und Australien füllend, ist das breiteste und complicirteste von allen. Es ist wunderſam auf- und absteigend, mit einem gegen Süden und einem gegen Norden gerichteten Scheitel; ja an seinem nordöstlichen Ende dermaßen gekrümmt, daß die Null-Linie elliptisch in sich recurrirende, von außen nach innen in der Abweichung schnell zunehmende Linien umgiebt. Der westlichste und der östlichste Theil dieser asiatischen Curve ohne Abweichung sind gleich der atlantischen Null-Linie von Süden nach Norden, und in dem Raume vom caspischen Becken bis Lapland sogar von SSO nach NNW gerichtet. Das dritte System, das der Südsee, am wenigsten erforscht, ist das kleinste von allen; und bildet, fast gänzlich im Süden vom geographischen Aequator gelegen, ein geschlossenes Oval von concentrischen Linien, deren Abweichung, entgegengesetzt dem, was wir bei dem nordöstlichen Theile des asiatischen Systems bemerkt, von außen nach innen abnimmt. Wir kennen, wenn wir unser Urtheil auf die Magnet-Declination an den Küsten gründen, in dem afrikanischen Continent †) nur Linien, die eine westliche Abweichung von 6° bis 29° offenbaren; denn die atlantische Linie ohne Abweichung hat (nach Purchas) schon im Jahre 1605 die Südspitze von Afrika (das Vorgebirge der guten Hoffnung) verlassen, um sich weiter von Osten nach Westen zu begeben. Die Möglichkeit, daß in Central-Afrika eine eiförmige Gruppe concentrischer Abweichungslinien, bis 0° abnehmend, sich irgendwo finden könne, der der Südsee ähnlich, ist aus Gründen eben so wenig zu bevorworten als zu läugnen.

Der atlantische Theil der amerikanischen Curve ohne Abweichung ist durch eine vortreffliche Arbeit des Oberst Sabine in beiden Hemisphären für das Jahr 1840, mit Benutzung von 1480 Beobachtungen und Beachtung der secularen Veränderung, genau bestimmt worden. Sie läuft (unter 70° südlicher Breite ohngefähr in 21° östl. Länge aufgefunden ‡) gegen NNW, gelangt bis 3° östlich von Cook's Sandwich-Lande und bis 9° ½ östlich von Süd-Georgien, nähert sich der brasilischen Küste, in die sie eintritt bei Cap Frio, 2° östlich von Rio Janeiro; durchstreicht den südlichen Neuen Continent nur bis Br. — 0° 36′, wo sie denselben etwas östlich vom Gran Para bei dem Cap Tigioca am Neben-Ausfluß des Amazonenstroms (Rio do Para) wieder verläßt: um erst den geographischen Aequator in westl. Lg. 50° 6′ zu schneiden, dann, bis zu 5° nördlicher Breite in

*) Acosta, Historia de las Indias 1590 lib. I. cap. 17. Ich habe schon früher die Frage berührt, ob nicht die Meinung holländischer Seefahrer von 4 Linien ohne Abweichung durch die Streitigkeiten von Bond mit Beckborrow auf die Halley'sche Theorie von 4 Magnetpolen Einfluß gehabt habe? (Kosmos 2. B. S. 341 Anm. †.)

†) In dem Inneren von Afrika verdient die isogonische Linie von 22° ½ W. als Vermittelungs-Linie sehr verschiedener Systeme und als fortlaufend (nach der theoretischen Construction von Gauß) aus dem östlichen atlantischen Ocean quer durch Afrika bis Neufundland eine besondere kosmische Beachtung. Die rühmliche Ausdehnung, welche die großbritannische Regierung in diesem Jahre der afrikanischen Expedition von Richardson, Barth und Overweg gegeben hat, wird vielleicht zu der Lösung solcher magnetischen Probleme führen.

‡) Sir James Roß durchschnitt die Curve ohne Abweichung in südlicher Br. 61° ½ und Pariser westlicher Länge 24° 50′ (Voyage to the Southern Seas Vol. II. p. 357). In Br. — 70° 43′ und westlicher Länge 19° 8′ fand Cap. Crozier März 1843 die Abweichung 1° 38′ (er war also der Null-Linie sehr nahe. Vergl. Sabine on the Magn. Declination in the Atlantic Ocean for 1840 in den Phil. Trans. for 1849 P. II. p. 233.

2° geogr. Meilen Entfernung der Küste von Guyana, später dem Bogen der Kleinen Antillen bis zum Parallel von 18° folgend, in Br. 34° 50′, Lg. 76° 30′ nahe bei Cape Lookout (südwestlich von Cap Hattaras) das Littoral von Nord-Carolina zu berühren. Im Inneren von Nordamerika setzt die Curve ihre nordwestliche Richtung bis Br. 41°½, Lg. 80° gegen Pittsburgh, Meadville und den See Erie fort. Es ist zu vermuthen, daß sie seit 1840 schon nahe um einen halben Grad weiter gegen Westen vorgerückt ist.

Die australo-asiatische Curve ohne Abweichung kann, wenn man mit Erman den Theil derselben, welcher sich plötzlich von Kasan nach Archangel und dem russischen Lapplande hinaufzieht, für identisch mit dem Theile des molukkischen und japanesischen Meeres hält, kaum in der südlichen Halbkugel bis zum 62ten Grade verfolgt werden. Dieser Anfang liegt westlicher von Van Diemen's Land, als man ihn bisher vermuthet hatte; und die 3 Punkte, in denen Sir James Roß*) auf seiner antarctischen Entdeckungsreise 1840 und 1841 die Curve ohne Abweichung durchschnitten hat, befinden sich alle in den Parallelen von 62°, 54°½ und 46°, zwischen 131° und 133° 20′ östlicher Länge: also meist süd-nördlich, meridianartig, gerichtet. In ihrem weiteren Laufe durchstreicht die Curve das westliche Australien von der südlichen Küste von Nuyts-Land an (etwa 10 Längengrade in Westen von Adelaide) bis zu der nördlichen Küste nahe bei Van Sittart River und Mount Cockburn, um von da in das Meer des indischen Archipelagus zu treten: in eine Weltgegend, in der genauer als irgendwo anders von Capitän Elliot in den Jahren 1846 bis 1848 zugleich Inclination, Declination, Total-Intensität, wie Maximum und Minimum der horizontalen Intensität erforscht worden sind. Hier geht die Linie südlich von Flores und durch das Innere der kleinen Sandalwood Insel†) von 118° bis 91° westlicher Länge in eine genau ost-westliche Richtung über, wie dies Barlow sehr wohl schon 16 Jahre früher verzeichnet hatte. Von dem zuletzt angegebenen Meridiane an strigt sie, nach der Lage zu urtheilen, in welcher Elliot der Curve von 1° östlicher Abweichung bis Madras gefolgt ist, in 9°½ südlicher Breite gegen NW auf. Ob sie, den Aequator ohngefähr im Meridian von Ceylon schneidend, in den Continent von Asien zwischen Cambay Gulf und Guzurate, oder westlicher im Meerbusen von Mascate eintritt‡), und so identisch ist‖) mit der Curve ohne Abweichung, die aus dem Becken des caspischen Meeres gegen Süden fortzulaufen scheint; ob sie vielmehr (wie Erman will) schon vorher, östlich gekrümmt, zwischen Borneo und Malacca aufsteigend, in§) das japanische Meer gelangt und durch den ochotskischen Meerbusen in Ost-Asien eindringt: darüber kann hier keine sichere Auskunft gegeben werden. Es ist lebhaft zu bedauern, daß bei der großen Frequenz der Navigation nach Indien, Australien, den Philippinen und der Nordost-Küste von Asien,

---

*) Sir James Roß a. a. O. Vol. I. p. 104, 310 und 317.

†) Elliot in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 331 Plate XIII. Die längliche kleine Insel, auf der das Sandelholz (malayisch und javanisch tschendana, sanskr. tschandana, arab. ſsandel) gesammelt wird.

‡) So nach Barlow und nach der Karte (Lines of magnetic Declinations computed according to the Theory of Mr. Gauss) im Report of the Committee for the Antarctic Expedition 1840. Nach Barlow tritt die von Australien kommende Linie ohne Abweichung in den asiatischen Continent bei dem Cambay-Golf ein, wendet sich aber gleich wieder nordöstlich über Tibet und China bei Thaiwan (Formosa) hin in das japanische Meer. Nach Gauß steigt die australische Linie einfach durch Persien über Nishnei-Nowgorod nach Lapland auf. Dieser große Geometer hält die Null-Linie des japanischen und philippinischen Meeres, wie der geschlossenen eiförmigen Gruppe im östlichen Asien für ganz unzusammenhangend mit der von Australien, dem indischen Meere, dem westlichen Asien und Lapland.

‖) Ich habe von dieser Identität, welche meine eigenen Declinations-Beobachtungen im caspischen Meere, im Uralsk am Jaik und in der Steppe am Emba-See begründen, an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 458—461) gehandelt.

§) Adolf Erman's Map of the Magnetic Declination 1827—1830. Daß die australische Curve ohne Abweichung aber nicht Java durchschneidet, lehrt die stimmt Elliot's Karte; es läuft dieselbe dem südlichen Littoral parallel in einer Entfernung von 1½ Breitengraden. Da nach Erman (nicht nach Gauß) die australische Null-Linie zwischen Malacca und Borneo nach das japanische Meer zu der geschlossenen eiförmigen Gruppe von Ost-Asien an der nördlichen Küste des ochotskischen Meerbusens (Br. 59°½) in den Continent eintritt, und doch wieder durch Malacca herabsteigt, so würde dort die aufsteigende von der absteigenden um 11° getrennt sein, und nach dieser graphischen Darstellung wäre die Linie ohne Abweichung des westlichen Asiens (vom caspischen Meere bis zum russischen Lapland) eine unmittelbare und nächste Fortsetzung des von Norden nach Süden herabkommenden Theils.

eine Unzahl von Materialien in Schiffsjournalen verborgen und unbenutzt geblieben sind, ohne, zu allgemeinen Ansichten führend, Süd-Asien mit dem mehr durchforschten Nord-Asien zu verbinden, und Fragen zu lösen, die schon 1840 angeregt worden. Um daher nicht das Gewisse mit dem Ungewissen zu vermengen, beschränke ich mich auf den sibirischen Theil des asiatischen Continents, so weit wir ihn gegen Süden bis zum Parallel von 45° durch Erman, Hansteen, Due, Kupffer, Fuß und meine eigenen Beobachtungen kennen. In keinem anderen Theil der Erde hat man auf der Feste Magnetlinien in solcher Ausdehnung verfolgen können; und die Wichtigkeit, welche in dieser Hinsicht das europäische und asiatische Rußland darbietet, war schon vor Leibnitz*) scharfsinnig geahndet worden.

Um von Westen gegen Osten, von Europa aus, der gewöhnlichen Richtung sibirischer Expeditionen zu folgen, beginnen wir mit dem nördlichen Theile des caspischen Meeres: und finden in der kleinen Insel Birutschikassa, in Astrachan, am Elton-See, in der Kirghisen-Steppe, und in Uralsk am Jaik, zwischen Br. 45° 43′ und 51° 12′, Lg. 44° 15′ und 49° 2′ die Abweichung von 0° 10′ Ost zu 0° 37′ West schwanken.†) Weiter nördlich neigt sich diese Curve ohne Abweichung etwas mehr gegen Nordwest, durchgehend in der Nähe von Nishnei-Nowgorod‡) (im Jahr 1828 zwischen Osablikowo und Doskino, im Parallel von 56° und Lg. 40° 40′). Sie verlängert sich gegen das russische Lapland zwischen Archangel und Kola, genauer nach Hansteen (1830) zwischen Umba und Ponoi.‖) Erst wenn man fast ⅔ der größten Breite des nördlichen Asiens gegen Osten durchwandert ist, unter dem Parallel von 50° bis 60° (einen Raum, in dem jetzt ganz östliche Abweichung herrscht), gelangt man an die Linie ohne Abweichung, welche bei dem nordöstlichen Theile des Baikal-Sees westlich von Wiluisk nach einem Punkt aufsteigt, der im Meridian von Jakutsk (127°½) die Breite von 68° erreicht: um sich dort, die äußere Hülle der mehrerwähnten östlichen Gruppe eiförmiger concentrischer Variations-Linien bildend, gegen Ochotsk (Lg. 140° 50′) herabzusenken, den Bogen der kurilischen Inseln zu durchschneiden und südlich in das japanische Meer zu dringen. Die Curven von 5° bis 15° östlicher Abweichung, welche den Raum zwischen der west- und ost-asiatischen Linie ohne Abweichung füllen, haben alle einen concaven Scheitel gegen Norden gekehrt. Das Maximum ihrer Krümmung fällt nach Erman in Lg. 77° 40′, fast in einen Meridian zwischen Omsk und Tomsk: also nicht sehr verschieden von dem Meridian der Südspitze der hindostanischen Halbinsel. Die geschlossene eiförmige Gruppe erstreckt sich in ihrer Längenaxe 28 Breitengrade bis gen Korea.

---

*) Ich habe schon aus Documenten, die sich in den Archiven von Moskau und Hannover befinden, im Jahr 1843 darauf aufmerksam gemacht (Asie centrale T. III p. 469—476), wie Leibnitz, der den ersten Plan zu einer französischen Expedition nach Aegypten eingereicht hatte, auch am frühesten sich bemühte die mit dem Zar Peter dem Großen 1712 in Deutschland angeknüpften Verhältnisse dahin zu benutzen, in dem russischen Reiche, dessen Flächeninhalt den der von uns gesehenen Mondfläche übertrifft, „die Lage der Abweichungs- und Inclinations-Linien bestimmen zu lassen, und anzuordnen, daß diese Bestimmungen zu gewissen Epochen wiederholt wurden.“ In einem von Pertz aufgefundenen, an den Zar gerichteten Briefe erwähnt Leibnitz eines kleinen Hohlglobus (terrella), der noch in Hannover aufbewahrt wird und auf welchem er die Curve, in der die Abweichung null ist (seine linea magnetica primaria), dargestellt hatte. Er behauptet: daß es nur eine einzige Linie ohne Abweichung gebe; sie theile die Erdkugel in zwei fast gleiche Theile, habe 4 puncta flexus contrarii, Sinusstätten, in denen sie von östlichen in centrale Scheitel übergeht; vom Grünen Vorgebirge bewege sie sich nach den östlichen Küsten von Nordamerika unter 36° Breite, dann richte sie sich durch die Südsee nach Ost-Asien und Neu-Holland. Diese Linie sei in sich selbst geschlossen; und bei beiden Polen vorübergehend, bleibe sie dem Südpole näher als dem Nordpole; unter letzterem müsse die Declination 25° westlich, unter ersterem nur 5° sein. Die Bewegung dieser wichtigen Curve sei im Anfange des 18ten Jahrhunderts gegen den Nordpol gerichtet. Oestliche Abweichung von 0° bis 15° herrsche in einem großen Theile des atlantischen Oceans, in der ganzen Südsee, in Japan, einem Theil von China und Neu-Holland. Da der Leibarzt Donelli gestorben sei, so solle er durch einen anderen ersetzt werden, der recht wenig Medicamente, aber vielen wissenschaftlichen Rath über die magnetischen Declinations- und Inclinations-Bestimmungen geben könne ....“ Specielle theoretische Ansichten leuchten freilich nicht aus diesen, bisher ganz unbeachteten Documenten von Leibnitz hervor.

†) S. meine magnetischen Beobachtungen in der Asie centr. T. III. p. 480.

‡) Erman, Astron. und Magnet. Beobachtungen (Reise um die Erde Abth. II. Bd. 2) S. 532.

‖) Hansteen in Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 371.

Eine ähnliche Gestaltung, aber in noch größeren Dimensionen, zeigt sich in der Südsee. Die geschlossenen Curven bilden dort ein Oval zwischen 20° nördlicher und 42° südlicher Breite. Die Hauptaxe liegt in Lg. 132° 20′. Was diese seltsame Gruppe, welche dem großen Theil nach der südlichen Hemisphäre und bloß dem Meere angehört, von der continentalen Ost-Asiens vorzüglich unterscheidet, ist, wie schon oben bemerkt, die relative Folge im Werth der Variations-Curven. In der ersteren nimmt die (östliche) Abweichung ab, in der zweiten nimmt die (westliche) Abweichung zu, je tiefer man in das Innere des Ovals eindringt. Man kennt aber dieses Innere der geschlossenen Gruppe in der südlichen Halbkugel nur von 8° bis 5° Abweichung. Sollte darin ein Ring südlicher Abweichung, und noch mehr nach innen jenseits der geschlossenen Null-Linie wieder westliche Abweichung gefunden werden?

Die Curven ohne Abweichung, wie alle magnetische Linien, haben ihre Geschichte. Es steigt dieselbe leider noch nicht zwei Jahrhunderte aufwärts. Einzelne Angaben finden sich allerdings früher bis in das 14te und 15te Jahrhundert. Hansteen hat auch hier wieder das große Verdienst gehabt zu sammeln und scharfsinnig zu vergleichen. Es scheint, als bewege sich der nördliche Magnetpol von West nach Ost, der südliche von Ost nach West: aber genaue Beobachtungen lehren, daß die verschiedenen Theile der isogonischen Curven sehr ungleichmäßig fortschreiten und da, wo sie parallel waren, den Parallelismus verlieren; daß die Gebiete der Declination Einer Benennung in nahen Erdtheilen sich nach sehr verschiedenen Richtungen erweitern und verengen. Die Linien ohne Abweichung in West-Asien und im atlantischen Ocean schreiten von Osten nach Westen vor: die erstere derselben durchschnitt gegen 1716 Tobolsk; 1761, zu Chappe's Zeit, Jekatherinenburg, später Kasan; 1729 war sie zwischen Osablikowo und Doskino (unfern Nishni-Nowgorod): also in 113 Jahren war sie 24°⅔ in Westen fortgerückt. Ist die Azoren-Linie, die Christoph Columbus am 13. September 1492 bestimmte, dieselbe, welche nach den Beobachtungen von Davis und Keeling 1607 durch das Vorgebirge der guten Hoffnung gegangen ist*); dieselbe, die wir jetzt als west-atlantische von der Mündung des Amazonenflusses nach dem Littoral von Nord-Carolina gerichtet sehen: so fragt man, was aus der Linie ohne Abweichung geworden sei, welche 1600 durch Königsberg, 1620 (?) durch Kopenhagen, 1657 bis 1662 durch London, und doch erst 1666 nach Picard durch das östlicher gelegene Paris, so wie etwas vor 1668 durch Lissabon †) ging? Auffallend sind diejenigen Punkte der Erde, in welchen lange Perioden hindurch kein seculares Fortschreiten bemerkt worden ist. Sir John Herschel hat schon auf einen solchen langen Stillstand in Jamaica ‡) aufmerksam gemacht, wie Euler ‖) und Barlow §) auf einen ähnlichen im südlichen Australien.

Polarlicht.

Wir haben die drei Elemente des tellurischen Magnetismus, d. i. die Hauptaxen seiner Manifestation: Intensität, Inclination und Declination, in ihren von den geographischen Ortsverhältnissen abhängigen, nach Tages- und Jahreszeiten veränderlichen Bewegungen ausführlich behandelt. Die außerordentlichen Störungen, welche zuerst an der Declination beobachtet wurden, sind, wie Halley geahndet, wie Dalas und Hiorter erkannt haben, theils Vorboten, theils Begleiter des magnetischen Polar-

*) Sabine, Magn. and Meteor. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LX.

†) Bei der Beurtheilung so naher Epochen des Durchganges der Linie ohne Abweichung und der Priorität dieses Durchganges darf nicht vergessen werden, wie leicht bei den damals angewandten Instrumenten und Methoden ein Irrthum von 1° vorfallen konnte.

‡) Kosmos 1. Buch S. 92 Anm. ‡.

‖) Euler in den Mém. de l'Acad. de Berlin 1757 p. 176.

§) Barlow in den Phil. Tr. for 1833 P. II. p. 671. Ueber die älteren Magnet-Beobachtungen in St. Petersburg aus der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts herrscht große Unsicherheit. Die Abweichung soll von 1726 bis 1772 immer 3° 15′ oder 3° 30′ gewesen sein! Hansteen, Magnetismus der Erde S. 7 und 143.

lichts. Ueber die Eigenthümlichkeiten dieſes, oft durch Farbenpracht ſo ausgezeichneten Lichtproceſſes der Erde habe ich mit ziemlicher Vollſtändigkeit in dem Naturgemälde gehandelt, und neuere Beobachtungen ſind im allgemeinen den dort geäußerten Anſichten günſtig geweſen. „Das Nordlicht iſt nicht ſowohl als eine äußere Urſach der Störung in dem Gleichgewicht der Vertheilung des Erd-Magnetismus geſchildert worden; ſondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen geſteigerte telluriſche Thätigkeit, deren eine Seite die unruhige Schwingung der Nadel und deren andere das polare Leuchten des Himmelsgewölbes iſt.“ Das Polarlicht erſcheint nach dieſer Anſicht als eine Art ſtiller Entladung, als das Ende eines magnetiſchen Ungewitters; in dem electriſchen erneuert ſich ebenfalls durch eine Licht-Entwickelung, durch Blitze, von krachendem Donner begleitet, das geſtörte Gleichgewicht der Electricität. Die wiederholte*) Aufſtellung einer beſtimmten Hypotheſe gewährt in einer ſo verwickelten und geheimnißvollen Erſcheinung wenigſtens den Vortheil, daß die Beſtrebungen dieſelbe zu widerlegen zu einer anhaltenderen und ſorgfältigeren Beobachtung der einzelnen Vorgänge anreizen.

Bei der rein objectiven Beſchreibung dieſer Vorgänge verweilend, und hauptſächlich die ſchöne und einzige Reihe ununterbrochener achtmonatlicher Forſchungen benutzend, die wir dem Aufenthalte ausgezeichneter Phyſiker†) im äußerſten Norden von Scandinavien (1838—1839) verdanken: richten wir zuerſt unſere Aufmerkſamkeit auf die allmälig am Horizont aufſteigende dunkle Nebelwand, das ſogenannte ſchwarze Segment des Nordlichts.‡) Die Schwärze iſt, wie Argelander bemerkt, nicht eine Folge des Contraſtes; denn ſie iſt bisweilen früher ſichtbar, als der helleuchtende Bogen ſie zu begrenzen anfängt. Es iſt ein Proceß, der in einem Theil des Luftkreiſes vorgeht; denn nichts beweiſt bisher eine materielle Beimiſchung, welche die Verdunkelung erregte. Die kleinſten Sterne erkennt das Fernrohr in dem ſchwarzen Segment, wie in den farbigen, lichten Theilen des ſchon völlig entwickelten Nordlichts. In den höheren Breiten ſcheint das ſchwarze Segment weit ſeltener zu ſein als in den mittleren. Bei ſehr reinem Himmel im Februar und März, wo das Polarlicht häufig war, fehlte es dort ganz; und Keilhau hat einen vollen Winter lang es in Lapland (zu Talwig) gar nicht geſehen. Durch genaue Beſtimmungen von Sternhöhen zeigte Argelander, daß kein Theil des Polarlichts auf dieſe Höhen Einfluß ausübt. Auch außerhalb der Segmente erſcheinen, doch ſelten, ſchwarze Strahlen, die Hanſteen‖) und ich mehrfach haben aufſteigen ſehen; mit ihnen erſcheinen rundliche ſchwarze Flecken, welche von Lichträumen eingeſchloſſen ſind und mit denen Silje-ſtröm ſich beſonders beſchäftigt hat. §) Auch in der ſo ſeltenen Nordlichts-Krone, welche durch Wirkung von linear-perſpectiviſchen Projectionen in ihrem Höhepunkte der Magnet-Inclination des Orts entſpricht, iſt die Mitte meiſt von ſehr dunkler Schwärze. Bravais hält dieſe und die ſchwarzen Strahlen für optiſche Contraſt-Täuſchungen. Von den Lichtbogen erſcheinen oft mehrere zugleich, in ſeltenen Fällen 7—9, parallel gegen den

*) Kosmos 1. Buch S. 99—105 und Dove in Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 388.

†) Die verdienſtvolle Arbeit von Lottin, Bravais, Lilliehöök und Siljeſtröm, welche vom 19. Sept. 1838 bis 8. April 1839 in Finnmarken zu Boſſekop (Br. 69° 58′) und zu Jupvig (Br. 70° 6′) die Erſcheinungen des Nordlichtes beobachteten, iſt erſchienen in der 4ten Abtheilung der Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sur la Corvette la Recherche (Aurores boréales). Es ſind dieſen Beobachtungen beigefügt: die 1837—1840 von engliſchen Bergbeamten in den Kupfergruben zu Kalfiord (Br. 69° 56′) erlangten wichtigen Reſultate, p. 401—435.

‡) Vergl. über das Segment obscure de l'Aurore boréale die eben angeführte Schrift p. 437—444.

‖) Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Phyſik 1826 Bd. XVI. S. 198 und Bd. XVIII. S. 364. Das dunkle Segment und das unbeſtreitbare Aufſteigen ſchwarzer Strahlen oder Streifen, in denen (durch Interferenz?) der Lichtproceß vernichtet iſt, erinnern an Duet's Recherches sur l'Électrochimie dans le vide, und an Ruhmkorff's feine Verſuche, bei denen im luftverdünnten Raume die poſitive Metallkugel von rothem, die negative von violettem Lichte ſtrahlte, aber die ſtark leuchtenden parallelen Strahlenſchichten regelmäßig durch ganz dunkele Schichten getrennt waren. "La lumière répandue entre les boules terminales des deux conducteurs électriques se partage en tranches nombreuses et parallèles, séparées par des couches obscures alternantes, et régulièrement distinctes." Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXV. 1852 p. 949.

§) Voyages en Scandinavie (Aurores bor.) p. 558. Ueber die Kronen und Zelte der Nordlichter ſ. die vortrefflichen Unterſuchungen von Bravais p. 502—514.

Zenith fortschreitend; bisweilen fehlen sie ganz. Die Strahlenbündel und Lichtsäulen nehmen die vielfältigsten Gestalten an: gekrümmt, guirlandenartig ausgezackt, hakenförmig, kurzgeflammt oder wallenden Segeltüchern ähnlich.*)

In den hohen Breiten „ist die gewöhnlich herrschende Farbe des Polarlichts die weiße; ja die milchicht weiße, wenn die Intensität schwach ist. So wie der Farbenton lebhafter wird: geht er in's Gelbe über; die Mitte des breiten Strahls wird hochgelb, und an beiden Rändern entsteht abgesondert Roth und Grün. Geht die Strahlung in schmaler Länge vor, so liegt das Roth oben und das Grün unten. Geht die Bewegung seitwärts von der Linken zur Rechten oder umgekehrt, so entsteht immer das Roth nach der Seite hin, wohin sich der Strahl bewegt, und das Grün bleibt zurück." Sehr selten hat man von den grünen oder rothen Strahlen eine der Complementar-Farben allein gesehen. Blau sieht man gar nicht; und ein dunkles Roth, wie der Reflex einer Feuersbrunst, ist im Norden so selten, daß Siljeström es nur ein einziges Mal wahrgenommen hat.†) Die erleuchtende Stärke des Nordlichts erreicht selbst in Finmarken nie ganz die des Vollmonds.

Der, schon so lange von mir behauptete, wahrscheinliche Zusammenhang des Polarlichts mit der Bildung „der kleinsten und feinsten Cirrus-Wölkchen (von den Landleuten Schäfchen genannt), deren parallele Reihen in gleichen Abständen von einander meist der Richtung des magnetischen Meridians folgen", hat in den neuesten Zeiten allerdings viele Vertheidiger gefunden; ob aber, wie der nordische Reisende Thienemann und Admiral Wrangel wollen, die gereihten Schäfchen das Substrat des Polarlichtes oder nicht vielmehr, wie Capitän Franklin, Dr. Richardson und ich vermuthen, die Wirkung eines das magnetische Ungewitter begleitenden, von demselben erzeugten, meteorologischen Processes seien: bleibt noch unentschieden.‡) Neben der mit der Magnet-Declination zu vergleichenden Richtung regelmäßig geordneter, feinster Cirrus-Häufchen (Bandes polaires), hat mich auf dem mexicanischen Hochlande (1803) und in dem nördlichen Asien (1829) das Umdrehen der Convergenzpunkte lebhaft beschäftigt. Wenn das Phänomen recht vollständig ist: so bleiben die beiden scheinbaren Convergenzpunkte nicht fest, der eine in Nordost, der andere in Südwest (in der Richtung der Linie, welche die höchsten Punkte der bei Nacht leuchtenden Bogen des Polarlichts mit einander verbindet); sondern sie bewegen ‖) sich allmälig gegen Ost und West. Eine ganz ähnliche Drehung oder Translation der Linie, welche im wirklichen Nordlicht die Gipfel der Lichtbogen verbindet, indem die Füße der Lichtbogen (Stützpunkte auf dem Horizont) sich im Azimuth verändern und von O—W gegen N—S wandern; ist mit vieler Genauigkeit einige Male in Fin-

*) A. a. O. (draperie ondulante, flamme d'un navire de guerre déployée horizontalement et agitée par le vent, crochets, fragments d'arcs et de guirlandes) p. 35, 37, 45, 67 und 481. Eine interessante Sammlung solcher Gestalten hat der ausgezeichnete Künstler der Expedition, Herr Bravais, geliefert.

†) Vergl. Voy. en Scand. (Aur. bor.) p 523—528 und 557.

‡) Kosmos 1. Buch S. 101. Vergl. Franklin, Narrative of a journey to the shores of the Polar Sea, in 1819—1822, p. 597; Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. (1836) S. 488—490. Die ältesten Vermuthungen über den Verkehr des Nordlichtes und der Wolkenbildung sind wohl die von Frobesius (sieh: Aurorae borealis Spectacula, Helmst. 1739 p. 139).

‖) Ich entlehne ein einziges Beispiel aus meinem handschriftlichen Tagebuche der sibirischen Reise: „Die ganze Nacht vom 5. zum 6. August (1829), von meinen Reisegefährten getrennt, in freier Luft zugebracht, in dem Kosaken-Vorwerke Krasnoja Jarki: dem östlichsten am Irtysch, längs der Grenze der chinesischen Dzungarei, und deshalb von einiger Wichtigkeit für die astronomische Ortsbestimmung. Nacht von großer Heiterkeit. Am östlichen Himmelsgewölbe bildeten sich plötzlich vor Mitternacht Polar-Cirrusstreifen (de petits moutons également espacés, distribués en bandes parallèles et polaires). Größte Höhe 35°. Der nördliche Convergenzpunkt bewegt sich langsam gegen Osten. Sie verschwinden, ohne den Zenith zu erreichen; und es bilden sich wenige Minuten darauf ganz ähnliche Polar-Cirrusbanden am nordöstlichen Himmelsgewölbe. Diese bewegen sich während eines Theils der Nacht fast bis zum Aufgang der Sonne wieder sehr regelmäßig bis 76° O. In der Nacht ungewöhnlich viele Sternschnuppen und farbige Ringe um den Mond. Keine Spur von eigentlichem Nordlicht. Etwas Regen bei gestörtem Gewölk; dann am 6. August Vormittags heiterer Himmel mit den auf's neue gebildeten Polarbanden von NNO in SSW unbeweglich und das Azimuth nicht verändernd, wie ich in Quito und Mexico oft gesehen." (Die Magnet-Abweichung im Altai ist östlich.)

marken *) beobachtet worden. Die Schäfchen, zu Polarſtreifen gereiht, entſprechen nach den hier entwickelten Anſichten der Lage nach den Lichtſäulen oder Strahlenbündeln, welche im Nordlicht aus den, meiſt oſt-weſtlich gerichteten Bogen gegen den Zenith aufſteigen; ſind alſo nicht mit dieſen Bogen ſelbſt zu verwechſeln, von denen Parry einen nach einer Nordlicht-Nacht bei hellem Tage erkennbar ſtehen bleiben ſah. Dieſelbe Erſcheinung hat ſich am 3. Sept. 1827 in England wiederholt. Man erkannte bei Tage ſogar aus dem Lichtbogen aufſchießende Lichtſäulen. †)

Es iſt mehrmals behauptet worden, daß um den nördlichen Magnetpol ein perpetuirlicher Lichtproceß am Himmelsgewölbe herrſche. Bravais, welcher 200 Nächte ununterbrochen beobachtet hat, in denen 152 Nordlichter genau beſchrieben werden konnten, verſichert allerdings, daß Nächte ohne Nordſchein ſehr exceptionell ſeien; aber er hat bei ſehr heiterer Luft und ganz freier Ausſicht auf den Horizont bisweilen nächtlich gar keine Spur des Polarlichts bemerkt, oder das magnetiſche Ungewitter erſt ſehr ſpät beginnen ſehen. Die größte abſolute Zahl der Nordlichter gehört dem Ausgang des Monats September an; und da der März eine relative Mehrheit im Vergleich mit Februar und April zu zeigen ſcheint, ſo kann man auch hier, wie bei anderen magnetiſchen Erſcheinungen, einen Zuſammenhang mit den Aequinoctien vermuthen. Zu den Beiſpielen von den Nordlichtern, die in Peru, von den Südlichtern, die in Schottland geſehen wurden, muß ein farbiges Nordlicht gezählt werden, welches der Cap. Lafond auf der Candide am 14. Januar 1831 ſüdlich von Neu-Holland in 45° Breite volle zwei Stunden lang beobachtete. ‡)

Das Geräuſch wird von den franzöſiſchen Phyſikern und von Siljeſtröm in Boſſekop ||) mit eben der Beſtimmtheit geläugnet als von Thienemann, Parry, Franklin, Richardſon, Wrangel und Anjou. Die Höhe des Phänomens hat Bravais auf wenigens 100000 Meter (51307 Toiſen, über dreizehn geogr. Meilen) geſchätzt: wenn ein ſonſt ſehr verdienſtvoller Beobachter, Herr Farquharſon, ſie kaum zu 4000 Fuß anſchlug. Die Fundamente aller dieſer Beſtimmungen ſind ſehr unſicher, und durch optiſche Täuſchungen, wie durch Vorausſetzungen über die reelle Identität des gleichzeitig an 2 entfernten Orten geſehenen Lichtbogens verunſtaltet. Unbezweifelt dagegen iſt der Einfluß des Nordlichts auf Declination, Inclination, horizontale und totale Intenſität: alſo auf alle Elemente des Erd-Magnetismus; doch in verſchiedenen Stadien der großen Erſcheinung und bei einzelnen jener Elemente ſehr ungleichartig. Die ausführlichſten Unterſuchungen darüber ſind die lapländiſchen von zwei verdienſtvollen Beobachtern, Siljeſtröm §) und Bravais (1838—1839); wie die canadiſchen von Toronto (1840—1841), welche Sabine ſo ſcharfſinnig discutirt hat. ¶) Bei unſeren verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen, die in Berlin (im Mendelsſohn-Bartholdy'ſchen Garten), in Freiberg unter der Erde, in Petersburg, Kaſan und Nikolajew angeſtellt wurden: wirkte das zu Alford in Aberdeenſhire (Br. 57° 15′) geſehene Nordlicht vom 19. und 20. December 1829 an allen dieſen Orten auf die Abwei-

---

*) Bravais, der, gegen meine Erfahrungen, die Cirrus-Häufchen in Boſekop faſt immer wie Nordlicht-Bogen rechtwinklig gegen den magnetiſchen Meridian gerichtet fand (Voyages en Scandinavie (Phénomène de translation dans les pieds de l'arc des aurores boréales p. 534—537), beſchreibt mit gewohnter Genauigkeit die Drehungen der wahren Nordlicht-Bogen p. 27, 92, 122 und 487. Auch in der ſüdlichen Hemiſphäre hat Sir James Roß ſolche progreſſive Veränderungen der Nordlicht-Bogen (Fortſchreiten von WNW — OSO in NNO — SSW) in Südlichtern beobachtet: Voyage in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p 311. Farbenloſigkeit ſcheint den Südlichtern oft eigen zu ſein; Vol. I. p. 266, Vol. II. p 209. Ueber nordlichtloſe Nächte in Lapland ſ. Bravais a. a. O. p. 545

†) Kosmos 1. Buch S. 101 Anm. *. Die am hellen Tage geſehenen Nordlicht-Bogen erinnern an die Lichtſtärke der Kerne und Schweife der Cometen von 1843 und 1847, welche in Nordamerika, in Parma und London nahe bei der Sonne erkannt wurden; Kosmos 1. Buch S. 48 Anm. *, 3. Buch S. 599.

‡) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. IV. 1837 p. 589.

||) Voyages en Scandinavie, en Laponie etc. (Aurores boréales) p. 559; und Martin's, Trad de la Météorol. de Kaemtz p. 460. Ueber die vermuthete Höhe des Nordlichts ſ. Bravais a. a. O. p. 549 u. 559.

§) A. a. O. p. 462.

¶) Sabine, Unusual Magnet. Disturbances P. I. p. XVIII, XXII, 3 und 54.

chung; an einigen, in denen auch andere Elemente des tellurischen Magnetismus untersucht werden konnten, auf Abweichung, Intensität und Inclination zugleich.*) Während des schönen Nordlichts, das Prof. Forbes in Edinburg am 21. März 1833 beobachtete, wurde in dem Bergwerk zu Freiberg die Inclination auffallend klein, und die Abweichung so gestört, daß man kaum den Winkel ablesen konnte. Ein Phänomen, das einer besondern Aufmerksamkeit werth scheint, ist eine Abnahme der totalen Intensität während der zunehmenden Thätigkeit des Nordlicht-Processes. Die Messungen, welche ich mit Oltmanns in Berlin während eines schönen Nordlichts am 20. December 1806 gemacht†) und welche sich in Hansteen's „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde" abgedruckt finden, wurden von Sabine und den französischen Physikern in Lapland 1838 bestätigt.‡)

Wenn in dieser sorgfältigen Entwickelung des dermaligen Zustandes unsrer positiven Kenntnisse von den Erscheinungen des Erd-Magnetismus ich mich auf eine bloß objective Darstellung da habe beschränken müssen, wo selbst eine, nur auf Induction und Analogien gegründete, theoretische Gedankenverbindung noch nicht befriedigend dargeboten werden kann; so habe ich in meiner Arbeit eben so absichtlich die geognostischen Wissnisse vermieden, in denen man die Richtung großer Gebirgszüge und geschichteter Gebirgsmassen in ihrer Abhängigkeit von der Richtung magnetischer Linien, besonders der isoklinischen und isodynamischen, betrachtet. Ich bin weit davon entfernt, den Einfluß aller kosmischen Urkräfte, der dynamischen und chemischen, wie magnetischer und electrischer Strömungen auf die Bildung krystallinischer Gebirgsarten und Ausfüllung von Gangspalten§) zu läugnen; aber bei der fortschreitenden Bewegung aller magnetischen Linien und ihrer Gestalt-Veränderung im Fortschreiten kann ihre dermalige Lage uns wohl nicht über die Richtungs-Verhältnisse der in der Urzeit zu sehr verschiedenen Epochen gehobenen Gebirgsketten, über die Faltung der sich erhärtenden, Wärme ausströmenden Erdrinde belehren.

Anderer Art, nicht den Erd-Magnetismus im allgemeinen, sondern nur sehr partielle, örtliche Verhältnisse berührend, sind diejenigen geognostischen Erscheinungen, welche man mit dem Namen des Gebirgs-Magnetismus§) bezeichnen kann. Sie haben mich auf das lebhafteste vor meiner amerikanischen Reise bei Untersuchungen über den polarischen Serpentinstein des Haidberges in Franken (1796) beschäftigt, und sind damals in Deutschland Veranlassung zu vielem, freilich harmlosen, literarischen Streite geworden. Sie bieten eine Reihe sehr zugänglicher, aber in neuerer Zeit vernachlässigter, durch Beobachtung und Experiment überaus unvollkommen gelöster Probleme dar. Die Stärke des

---

*) Dove in Poggend. Ann. Bd. XX. S. 333 bis 341. Die ungleiche Wirkung, welche ein Nordlicht auf die Declinations-Nadel an Erdpunkten ausübt, die unter sehr verschiedenen Meridianen liegen, kann in vielen Fällen auf die Ortsbestimmungen der wirkenden Ursach führen, da der Ausbruch des leuchtenden magnetischen Ungewitters keineswegs immer in dem Magnetpol selbst zu suchen ist und, wie schon Argelander behauptet und Bravais bekräftigt hat, der Gipfel des Lichtbogens bisweilen mehr als 11° vom magnetischen Meridian abweicht.

†) „Am 20. December 1806: Himmel azurblau, ohne Spur von Gewölk. Gegen 10ʰ erschien in NNW der röthlich gelbe Lichtbogen, durch den ich im Nacht-Fernrohr Sterne 7ter Größe unterscheiden konnte. Durch Wega, die fast unter dem höchsten Punkt des Bogens stand, fand ich dieses Punktes Azimuth. Es war dasselbe etwas westlicher als die Vertical-Ebene durch die magnetische Abweichung gelegt. Das Nordlicht, welches in Nord-Nord-Westen stand, stieß den Nordpol der Nadel ab; denn statt nach Westen, wie das Azimuth des Bogens, fortzuschreiten, ging die Nadel nach Osten zurück. Die Veränderungen in der Magnet-Declination, welche in diesem Monate Nachts gewöhnlich 2' 27" bis 3' betragen, stiegen während des Nordlichts progressiv und ohne große Oscillationen auf 26' 28". Die Abweichung war am kleinsten, als das Nordlicht um 9ʰ 12' am stärksten war. Die horizontale Kraft fanden wir während des Nordlichts 1' 37",73 für 21 Schwingungen; um 21ʰ 50', also lange nach dem Nordlichte, das um 14ʰ 10' ganz geendigt hatte, 1' 37",17 bei derselben Zahl der Schwingungen. Temperatur des Zimmers, wo die Schwingungen der kleinen Nadel gemessen wurden, im ersten Falle 3°,2; im zweiten 2°,8. Die Intensität war also während des Nordlichts um ein Weniges vermindert." Mond ohne alle farbige Ringe." Aus meinem magnetischen Tagebuche.) Vergl. Hansteen S. 459.

‡) Sabine on days of unusual magn. Disturbances P. I. p. XVIII. "Mr. Bravais remarks that observations de Laponie que l'intensité horizontale diminue pendant la période la plus active du phénomène de l'aurore boréale" (Martins p. 461.

§) Delesse sur l'association des minéraux dans les roches qui ont un pouvoir magnétique (Ann. de Chim. et de Phys. 3. Ser. T. XXII. 1850 p. 806; und Annales des Mines, 4ème Série T. XV. (1849 p. 130.

§) Reich über Gebirgs- und Gesteins-Magnetismus in Poggend. Ann. Bd. 77. S. 45.

Gestein-Magnetismus kann in einzelnen abgeschlagenen Fragmenten von Horn-blende- und Chlorit-Schiefer, Serpentin, Syenit, Dolerit, Basalt, Melaphyr und Trachyt durch Abweichung der Nadel und durch Schwingungs-Versuche zur Bestimmung der In-tensitäts-Zunahme geprüft werden. Man kann auf diesem Wege, durch Vergleichung des specifischen Gewichtes, durch Schlemmung der fein gepulverten Masse und Anwendung des Microscops, entscheiden, ob die Stärke der Polarität nicht mehrfach, statt von der Quantität der eingemengten Körner Magneteisens und Eisen-Oxyduls, von der re-lativen Stellung dieser Körner herrühre. Wichtiger in kosmischer Hinsicht aber ist die, von mir längst wegen des Haidberges angeregte Frage: ob es ganze Gebirgsrücken giebt, in denen nach entgegengesetzten Abfällen eine entgegengesetzte Polarität*) gefunden wird? Eine genaue astronomische Orientirung der Lage solcher Magnet-Achsen eines Ber-ges wäre dann von großem Interesse, wenn nach beträchtlichen Zeitperioden entweder eine Veränderung der Achsenrichtung oder eine, wenigstens scheinbare Unabhängigkeit eines sol-chen kleinen Systems magnetischer Kräfte von den drei variablen Elementen des totalen Erd-Magnetismus erkannt würde.

---

*) Als ich im Jahre 1796 am fränkischen Fichtel-gebirge, wo ich die Stelle eines Oberbergmeisters be-kleidete, den so merkwürdigen polarischen Serpentinberg (Haidberg) bei Gefreß auffand, welcher in einzelnen Punkten bis in 22 Fuß Entfernung auf die Abweichung der Nadel wirkt (Intelligenz-Blatt der allgem. Jenaer Literatur-Zeitung Dec. 1796 No. 169 S. 1447 und März 1797 No. 38 S. 323—326; Gren's Neues Journal der Physik Bd. IV. 1797 S. 136; Annales de Chimie T. XXII. p. 47); wurde diese Frage be-sonders angeregt. Ich hatte zu finden geglaubt, daß die Magnet-Achsen des Berges gegen die Erdpole gänz-lich invertirt liegen; aber nach Untersuchungen von Bischoff und Goldfuß (Beschreibung des Fichtelgebirges Bd. I. S. 196) sind für 1816 zwar auch magnetische Achsen, welche den Haidberg durchsetzen und an ent-gegengesetzten Abhängen entgegengesetzte Pole darbieten, erkannt worden: doch war die Orientirung der Achsen verschieden von der, welche ich angegeben. Der Haid-berg selbst besteht aus lauchgrünem Serpentinstein, der theilweise in Chlorit- und Hornblend-Schiefer über-geht. Bei dem Dorfe Voysaco in der Andeskette von Pasto haben wir Geschiebe von Thonporphyr, bei der Besteigung des Chimborazo Gruppen säulenförmigen Trachyts gefunden, welche die Nadel in 3 Fuß Entfer-nung beunruhigten. Auffallend war es mir, daß ich in den schwarzen und rothen Obsidianen des Quinche nördlich von Quito, wie in den grauen des Cerro de las Navajas von Mexico große Fragmente mit bestimmten Polen gefunden habe. Sämmtliche große Magnetberge des Ural-Gebirges, wie der Blagodat bei Kuschwa, die Wyssokaja Gora bei Nishne Tagilsk, der Katschkanar bei Nishne Turinsk, sind aus Augit- oder vielmehr aus Uralit-Porphyr hervorgebrochen. In dem großen Mag-netberge Blagodat, welchen ich mit Gustav Rose auf der sibirischen Expedition 1829 untersuchte, scheint die Ge-sammtwirkung der einzelnen polarisirenden Theile schlechterdings keine bestimmte, erkennbare Magnet-Achsen hervorgebracht zu haben. Nahe neben einander liegen, unregelmäßig vermengt, entgegengesetzte Pole. So hatte es auch vor uns schon Erman gefunden (Reise um die Erde Bd. I. S. 362). Ueber den Intensitäts-Grad der polarischen Stärke im Serpentin, Basalt und Trachyt-Gestein, verglichen mit der Quantität der diesen Gesteinen eingemengten Theile von Magnet-eisen und Eisen-Oxydul, wie über den schon von Gmelin und Gibbs behaupteten Einfluß der Luftberührung auf Entwickelung der Polarität s. die zahlreichen und sehr beachtenswerthen Versuche von Zaddach in dessen Bemerkungen über die magnetische Polarität des Ba-saltes und der trachytischen Gesteine 1851 S. 56, 65 bis 78 und 95. Aus Vergleichung vieler Basalt-Steinbrüche in Hinsicht auf die Polarität der lange schon einzeln stehenden Säulen, oder solcher Säulenwände, die jetzt erst in Berührung mit der Atmosphäre kommen, aus Entblößung von Erde einzelner Massen gegen die Tiefe hin glaubt Dr. Zaddach folgern zu können (S. 74 und 80): daß die polarische Eigenschaft, welche bei freiem Zutritt der Atmosphäre und in einem von offenen Spal-ten durchsetzten Gestein immer am intensivsten erscheint, „sich von außen nach innen und gewöhnlich von oben nach unten zu verbreitet". Gmelin sagt von dem großen Magnetberg Ulu-utasse-Tau, im Lande der Baschkiren, nahe am Jaik: „Die Seiten, welche dem Tage ausge-setzt sind, haben die stärkste magnetische Kraft; diejeni-gen aber, welche in der Erde liegen, sind viel schwächer." (Reise durch Sibirien 1740—1743 Bd. IV. S. 345.) Auch mein großer Lehrer Werner äußerte die Meinung „von dem Einfluß der Luftberührung, welche nicht auf dem Wege einer vermehrten Oxydation die Polarität und die Anziehung verstärkt haben könnte", wenn er in seinen Vorträgen vom schwedischen Magneteisen sprach. Von der Magneteisen-Grube bei Sucassuny in New-Jersey behauptet Oberst Gibbs: "The ore raised from the bottom of the mine has no magnetism at first, but acquires it after it has been some time exposed to the influence of the atmosphere." (On the con-nexion of Magnetism and Light, in Silliman's American Journal of Science Vol. I. 1819 p. 89.) Eine solche Behauptung sollte wohl zu genauen Ver-suchen anregen! — Wenn ich oben in dem Texte darauf aufmerksam gemacht habe, daß nicht die Quantität der, einer Gebirgsart eingemengten kleinen Eisentheile allein, sondern zugleich ihre relative Vertheilung (ihre Stel-lung) auf die Intensität der Polarkraft als Resultante wirkt; so habe ich die kleinen Theile als eben so viele kleine Magnete betrachtet. Vergleiche neue Ansichten über diesen Gegenstand in einer Abhandlung von Mel-loni, die dieser große Physiker im Januar 1853 in der königl. Akademie zu Neapel verlesen hat (Esperienze intorno al Magnetismo delle Roccie. Mem. I. sulla polarità). — Der, besonders im mittelländischen Meere so alt verbreiteten Vorurtheils, daß das Reiben eines Magnetstabes mit Zwiebeln, ja schon die Ausdünstung der Zwiebel-Esser die Richtkraft vermindere und den Compaß im Steuern verwirre; findet man erwähnt in Proeli Diadochi Paraphrasis Ptolem. libri IV de siderum affectionibus 1635 p. 20 (Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. II. p. 545). Es ist schwer die Veranlassung eines so sonderbaren Volks-glaubens zu errathen.

II.

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche; sich offenbarend: a) bloß dynamisch, durch Erschütterungswellen (Erdbeben); — b) durch die, den Quellwassern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoff-Verschiedenheit der beigemischten Salze und Gas-Arten (Thermalquellen); — c) durch den Ausbruch elastischer Flüssigkeiten, zu Zeiten von Erscheinungen der Selbstentzündung begleitet (Gas- und Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer, Salsen); — d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulkane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreise) aus dem tiefsten Inneren geschmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausstoßen; theils gleichzeitig, wechselnden Processen krystallinischer Gesteinbildung unterworfen, in langen, schmalen Strömen ergießen.

Um, nach dem Grundplan dieser Schrift, die Verkettung der tellurischen Erscheinungen, das Zusammenwirken eines einigen Systems treibender Kräfte in der beschreibenden Darstellung festzuhalten; müssen wir hier daran erinnern, wie wir, beginnend von den allgemeinen Eigenschaften der Materie und den drei Hauptrichtungen ihrer Thätigkeit (Anziehung, licht- und wärmeerzeugende Schwingungen, electromagnetische Processe), in der ersten Abtheilung die Größe, Formbildung und Dichte unseres Planeten, seine innere Wärme-Vertheilung und magnetische Ladung in ihren, nach bestimmten Gesetzen wechselnden Wirkungen der Intensität, Neigung und Abweichung betrachtet haben. Jene eben genannten Thätigkeits-Richtungen der Materie sind nahe verwandte*) Aeußerungen einer und derselben Urkraft. Am unabhängigsten von aller Stoff-Verschiedenheit treten dieselben in der Gravitation und Molecular-Anziehung auf. Wir haben unseren Planeten dabei in seiner kosmischen Beziehung zu dem Centralkörper seines Systems dargestellt: weil die innere primitive Wärme, wahrscheinlich durch die Condensation eines rotirenden Nebelringes erzeugt, durch Sonnen-Einwirkung (Insolation) modificirt wird. In gleicher Hinsicht ist der periodischen Einwirkung der Sonnenflecken, d. h. der Frequenz oder Seltenheit der Oeffnungen in den Sonnen-Umhüllungen, auf den Erd-Magnetismus, nach Maaßgabe der neuesten Hypothesen, gedacht worden.

Die zweite Abtheilung dieses Bandes ist dem Complex derjenigen tellurischen Erscheinungen gewidmet, welche der noch fortwährend wirksamen Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche†) zuzuschreiben sind. Ich bezeichne diesen Complex mit dem allgemeinen Namen des Vulcanismus oder Vulcanicität; und halte es für einen Gewinn, nicht zu trennen, was einen ursachlichen Zusammenhang hat, nur der Stärke der Kraftäußerung und der Complication der physischen Vorgänge nach verschieden ist. In dieser Allgemeinheit der Ansicht erhalten kleine, unbedeutend scheinende Phänomene eine größere Bedeutung. Wer als ein wissenschaftlich unvorbereiteter Beobachter zum ersten Male an das Becken tritt, welches eine heiße Quelle füllt, und lichtverlöschende Gas-Arten darin aufsteigen sieht; wer zwischen Reihen veränderlicher Regel von Schlamm-Vulkanen wandelt, die kaum seine eigene Höhe überragen: ahndet nicht, daß in den friedlichen Räumen, welche die letzteren ausfüllen, mehrmals viele tausend Fuß hohe Feuerausbrüche statt gefunden haben; daß einerlei innere Kraft colossale Erhebungs-Krater: ja die mächtigen, verheerenden, lava-ergießenden Vulkane des Aetna und Pics von Teyde, die schlacken-auswerfenden des Cotopaxi und Tungaragua, erzeugt.

---

*) Kosmos 3. Buch S. 401.

†) 1. Buch S. 104—163.

Unter den mannigfach sich steigernden Phänomenen der Reaction des Inneren gegen die äußere Erdrinde sondere ich zuerst diejenigen ab, deren wesentlicher Charakter ein bloß dynamischer, der der Bewegung oder der Erschütterungswellen in den festen Erdschichten, ist: eine vulkanische Thätigkeit ohne nothwendige Begleitung von chemischer Stoff-Veränderung, von etwas Stoffartigem, ausgestoßenen oder neu erzeugten. Bei den anderen Reactions-Phänomenen des Inneren gegen das Aeußere: bei Gas- und Schlamm-Vulkanen, Naphtha-Feuern und Salsen; bei den großen, am frühesten, und lange allein Vulkane genannten Feuerbergen; fehlen nie Production von etwas Stoffartigem (elastisch-flüssigen oder festen), Processe der Zersetzung und Gas-Entbindung, wie der Gesteinbildung aus krystallinisch geordneten Theilchen. Das sind in der größten Verallgemeinerung die unterscheidenden Kennzeichen der vulkanischen Lebensthätigkeit unseres Planeten. In so fern diese Thätigkeit im größeren Maaße der hohen Temperatur der innersten Erdschichten zuzuschreiben ist, wird es wahrscheinlich, daß alle Weltkörper, welche mit Begleitung von ungeheurer Wärme-Entbindung sich geballt haben und aus einem dunstförmigen Zustande in einen festen übergegangen sind, analoge Erscheinungen darbieten müssen. Das Wenige, das wir von der Oberflächen-Gestaltung des Mondes wissen, scheint darauf hinzudeuten.*) Hebung und gestaltende Thätigkeit in krystallinischer Gesteinbildung aus einer geschmolzenen Masse sind auch in einem Weltkörper denkbar, den man für luft- und wasserlos hält.

Auf einen genetischen Zusammenhang der hier bezeichneten Classen vulkanischer Erscheinungen deuten die vielfachen Spuren der Gleichzeitigkeit und begleitender Uebergänge der einfacheren und schwächeren Wirkungen in stärkere und zusammengesetztere hin. Die Reihung der Materien in der von mir gewählten Darstellung wird durch eine solche Betrachtung gerechtfertigt. Die gesteigerte magnetische Thätigkeit unseres Planeten, deren Sitz wohl aber nicht in dem geschmolzenen Inneren zu suchen ist, wenn gleich (nach Lenz und Rieß) Eisen in geschmolzenem Zustande einen electrischen oder galvanischen Strom zu leiten vermag; erzeugt Licht-Entwickelung in den Magnet-Polen der Erde oder wenigstens meist in der Nähe derselben. Wir beschlossen die erste Abtheilung des tellurischen Bandes mit dem Leuchten der Erde. Auf dies Phänomen einer lichterzeugenden Schwingung des Aethers durch magnetische Kräfte lassen wir nun zuerst diejenige Classe der vulkanischen Thätigkeit folgen, welche, ihrem eigentlichen Wesen nach, ganz wie die magnetische, nur dynamisch wirkt: Bewegung, Schwingungen in der Feste erregend, nichts Stoffartiges erzeugend oder verändernd. Secundäre, nicht wesentliche Erscheinungen (aufsteigende Flammen während des Erdbebens, Wasser-Ausbrüche und Gas-Entwickungen †) ihm folgend) erinnern an die Wirkung der Thermalquellen und Salsen. Flammen-Ausbrüche, viele Meilen weit sichtbar, und Felsblöcke, der Tiefe entrissen und umhergeschleudert ‡), zeigen die Salsen; und bereiten gleichsam vor zu den großartigen Erscheinungen der eigentlichen Vulkane, die wiederum zwischen weit von einander entfernten Eruptions-Epochen salsenartig nur Wasserdampf und Gasarten auf Spalten aushauchen. So auffallend und lehrreich sind die Analogien, welche in verschiedenen Stadien die Abstufungen des Vulcanismus darbieten.

---

*) 3. Buch S. 404, 551, 576 und 578—579.
†) 1. Buch S. 110.
‡) 1. Buch S. 116. Vergl. Bertrand-Geslin sur les roches lancées par le Volcan de boue du Monte Zibio près du bourg de Sassuolo in Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent (Relation historique) T. III. p. 566.

a. Erdbeben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 105—112.)

Seitdem in dem ersten Buche dieses Werkes (1845) die allgemeine Darstellung der Erdbeben-Phänomene erschienen ist, hat sich das Dunkel, in welches der Sitz und die Ursachen derselben gehüllt sind, wenig vermindert; aber durch die vortrefflichen Arbeiten*) von Mallet (1846) und Hopkins (1847) ist über die Natur der Erschütterung, den Zusammenhang scheinbar verschiedenartiger Wirkungen, und über die Trennung begleitender oder gleichzeitig eintretender physikalischer und chemischer Processe einiges Licht verbreitet worden. Mathematische Gedankenentwicklung kann, nach Poisson's Vorgange, hier, wie überall, wohlthätig wirken. Die Analogien zwischen den Schwingungen fester Körper und den Schallwellen der Luft, auf welche Thomas Young schon aufmerksam †) gemacht, sind in den theoretischen Betrachtungen über die Dynamik der Erdbeben besonders geeignet zu einfacheren und befriedigenderen Ansichten zu führen.

Räumliche Veränderung, Erschütterung, Hebung und Spalten-Erzeugung bezeichnen den wesentlichen Charakter des Phänomens. Es ist zu unterscheiden die wirkende Kraft, welche als Impuls die Vibration erregt; und die Beschaffenheit, Fortpflanzung, Verstärkung oder Verminderung der Erschütterungswelle. Ich habe in dem Naturgemälde beschrieben, was sich zunächst den Sinnen offenbart; was ich Gelegenheit gehabt so viele Jahre lang selbst zu beobachten auf dem Meere, auf dem Seeboden der Ebenen (Llanos), auf Höhen von acht- bis funfzehn-tausend Fuß: am Kraterrande entzündeter Vulkane, und in Regionen von Granit und Glimmerschiefer, dreihundert geographische Meilen von allen Feuerausbrüchen entfernt: in Gegenden, wo die Einwohner zu gewissen Epochen die Zahl der Erdstöße nicht mehr als wir in Europa die Zahl der Regenschauer zählen; wo Bonpland und ich wegen Unruhe der Maulthiere absteigen mußten, weil in einem Walde der Boden 15 bis 18 Minuten lang ununterbrochen erbebte. Bei einer so langen Gewohnheit, die später Boussingault in einem noch höheren Grade getheilt hat, ist man zu ruhiger und sorgfältiger Beobachtung gestimmt; wohl auch geeignet, mit kritischer Sorgfalt abweichende Zeugnisse an Ort und Stelle zu sammeln: ja zu prüfen, unter welchen Verhältnissen die mächtigen Veränderungen der Erdoberfläche erfolgt sind, deren frische Spuren man erkennt. Wenn gleich schon fünf Jahre seit dem schaudervollen Erdbeben von Riobamba, welches am 4. Februar 1797 über 30000 Menschen in wenigen Minuten das Leben kostete ‡), vergangen waren, so sahen wir doch noch die einst fortschreitenden, aus der Erde aufgestiegenen Kegel der Moya ||), und die Anwendung dieser brennbaren Substanz zum Kochen in den Hütten der Indianer. Ergebnisse von Bodenveränderungen konnte ich aus jener Catastrophe beschreiben, die in einem größeren Maaßstabe ganz denen analog gewesen sind, welche das berühmte Erdbeben von Calabrien (Febr. 1783) darbot; und die man lange für ungenau und abenteuerlich dargestellt ausgegeben hat, weil sie nicht nach Theorien zu erklären waren, welche man sich voreilig gebildet.

Indem man, wie wir bereits oben angedeutet haben, die Betrachtungen über das, was

*) Robert Mallet in den Transactions of the Royal Irish Academy Vol. XXI. (1848) p. 51—113; desselben First Report on the facts of Earthquake Phaenomena im Report of the meeting of the British Association for the advancement of Science, held in 1850, p. 1—89; derselbe im Manual of Scientific Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 196—223; William Hopkins on the geological theories of Elevation and Earthquakes im Rep. of the British Assoc. for 1847 p. 33—92. Die strenge Kritik, welcher Herr Mallet meine frühere Arbeit in seinen sehr schätzbaren Abhandlungen (Irish Transact. p. 99—101 und Meeting of the Brit. Assoc. held at Edinb. p. 209) unterworfen hat, ist von mir mehrfach benutzt worden.

†) Thomas Young, Lectures on Natural Philosophy 1807 Vol. I. p. 717.

‡) Ich folge der statistischen Angabe, die mir der Corregidor von Tacunga 1802 mittheilte. Sie erhob sich zu einem Verluste von 30000 zu 34000 Menschen, aber einige 20 Jahre später wurde die Zahl der unmittelbar getödteten um ⅛ vermindert.

||) Kosmos 1. Buch S. 110.

den Impuls zur Erſchütterung giebt, ſorgfältig von denen über das Weſen und die Fortpflanzung der Erſchütterungswellen trennt; ſo unterſcheidet man dadurch zwei Claſſen der Probleme von ſehr ungleicher Zugänglichkeit. Die erſtere kann nach dem jetzigen Zuſtande unſeres Wiſſens zu keinen allgemein befriedigenden Reſultaten führen, wie bei ſo vielem, in dem wir bis zu den letzten Urſachen aufſteigen wollen. Dennoch iſt es von großem cosmiſchen Intereſſe, während wir uns beſtreben, in dem der wirklichen Beobachtung Unterworfenen das Geſetzliche zu erforſchen, die verſchiedenen, bisher als wahrſcheinlich aufgeſtellten, genetiſchen Erklärungsarten fortdauernd im Auge zu behalten. Der größere Theil derſelben bezieht ſich, wie bei aller Vulcanität, unter mancherlei Modificationen auf die hohe Temperatur und chemiſche Beſchaffenheit des geſchmolzenen Inneren der Erde; eine einzige, und zwar die neueſte Erklärungsart des Erdbebens in trachytiſchen Regionen, iſt das Ergebniß geognoſtiſcher Vermuthungen über den Nicht-Zuſammenhang vulkaniſch gehobener Felsmaſſen. Folgende Zuſammenſtellung bezeichnet näher und in gedrängter Kürze die Verſchiedenheit der Anſichten über die Natur des erſten Impulſes zur Erſchütterung:

Der Kern der Erde wird als in feurig flüſſigem Zuſtande gedacht: als Folge alles planetariſchen Bildungsproceſſes aus einer gasförmigen Materie, durch Entbindung der Wärme bei dem Uebergange des Flüſſigen zum Dichten. Die äußeren Schichten haben ſich durch Strahlung zuerſt abgekühlt und am früheſten erhärtet. Ein ungleichartiges Aufſteigen elaſtiſcher Dämpfe, gebildet (an der Grenze zwiſchen dem Flüſſigen und Feſten) entweder allein aus der geſchmolzenen Erdmaſſe oder aus eindringendem Meereswaſſer; ſich plötzlich öffnende Spalten, und das plötzliche Aufſteigen tiefer entſtandener, und darum heißerer und geſpannterer Dämpfe in höhere Felsſchichten, der Erdoberfläche näher: verurſachen die Erſchütterung. Als Nebenwirkung einer nicht telluriſchen Urſach wird auch wohl die Attraction des Mondes und der Sonne *) auf die flüſſige, geſchmolzene Oberfläche des Erdkerns betrachtet, wodurch ein vermehrter Druck entſtehen muß:

---

*) Zweifel über die Wirkung auf das geſchmolzene "subjacent fluid confined into internal *lakes*" hat Hopkins geäußert im Meeting of the British Assoc. in 1847 p. 57; wie über the subterraneous lava tidal wave, moving the solid crust above it, Mallet im Meeting in 1850 p. 20. Auch Poiſſon, mit dem ich mehrmals über die Hypotheſe der unterirdiſchen Ebbe und Fluth durch Mond und Sonne geſprochen, hielt den Impuls, den er nicht läugnete, für unbedeutend, „da im freien Meere die Wirkung ja kaum 14 Zoll betrage". Dagegen ſagte Ampère: Ceux qui admettend la liquidité du noyau intérieur de la terre, paraissent ne pas avoir songé assez à l'action qu'exercerait la lune sur cette énorme masse liquide: action d'où résulteraient des marées analogues à celles de nos mers, mais bien autrement terribles, tant par leur étendue que par la densité du liquide. Il est difficile de concevoir, comment l'enveloppe de la terre pourrait résister, étant incessamment battue par une espèce de bélier hydraulique (?) de 1400 lieues de longueur. (Ampère, Théorie de la Terre in der Revue des deux Mondes juillet 1833 p. 148.) Iſt das Erdinnere flüſſig, wie im allgemeinen nicht zu bezweifeln iſt, da trotz des ungeheuren Druckes die Theilchen doch verſchiebbar bleiben; ſo ſind in dem Erdinneren dieſelben Bedingungen enthalten, welche an der Erdoberfläche die Fluth des Weltmeeres erzeugen: und es wird die fluth-erregende Kraft in größerer Nähe beim Mittelpunkte immer ſchwächer werden, da der Unterſchied der Entfernungen von je zwei entgegengeſetzt liegenden Punkten, in ihrer Relation zu den anziehenden Geſtirnen betrachtet, in größerer Tiefe unter der Oberfläche immer kleiner wird, die Kraft aber allein von dem Unterſchiede der Entfernungen abhängt. Wenn die feſte Erdrinde dieſem Beſtreben einen Widerſtand entgegenſetzt, ſo wird das Erdinnere an dieſen Stellen nur einen Druck gegen die Erdrinde ausüben: es wird (wie mein aſtronomiſcher Freund Dr. Brünnow ſich ausdrückt) ſo wenig Fluth entſtehen, als wenn das Weltmeer eine unzerſprengbare Eisdecke hätte. Die Dicke der feſten, ungeſchmolzenen Erdrinde wird berechnet nach dem Schmelzpunkt der Gebirgsarten und dem Geſetze der Wärme-Zunahme von der Oberfläche der Erde in die Tiefe. Ich habe bereits oben (Kosmos I. B. S. 19) die Vermuthung gerechtfertigt, daß etwas über fünf geogr. Meilen ($5^4/_{10}$) unter der Oberfläche eine Granit ſchmelzende Glühhitze herrſche. Faſt dieſelbe Zahl (45000 Meter = 6 geogr. Meilen, zu 7419m) nannte Elie de Beaumont (Geologie, herausgegeben von Boat 1846, Bd. I. S. 32) für die Dicke der ſtarren Erdrinde. Auch nach den ſinnreichen, für die Fortſchritte der Geologie ſo wichtigen Schmelzverſuche verſchiedener Mineralien von Biſchof fällt die Dicke der ungeſchmolzenen Erdſchichten zwiſchen 115000 und 128000 Fuß, im Mittel zu 5½ geogr. Meilen; ſ. Biſchof, Wärmelehre des Innern unſers Erdkörpers S. 286 und 271. Um ſo auffallender iſt es mir zu finden, daß bei der Annahme einer beſtimmten Grenze zwiſchen dem Feſten und Geſchmolzenen, nicht eines allmäligen Ueberganges, Herr Hopkins, nach Grundſätzen ſeiner ſpeculativen Geologie, das Reſultat aufſtellt: the thikness of the solid shell cannot be less than about one fourth or one fifth (?) of the radius of its external surface (Meeting of the Brit. Assoc. held at Oxford in 1847 p. 51). Cordier's früheſte Annahme war doch nur 14 geogr. Meilen ohne Correction: welche von dem, mit der großen Tiefe zunehmenden Druck der Schichten und der hypſometriſchen Geſtalt der Oberfläche abhängig iſt. Die Dicke des ſtarren Theils der Erdrinde iſt wahrſcheinlich ſehr ungleich.

entweder unmittelbar gegen ein feſtes aufliegendes Felsgewölbe, oder mittelbar, wo in unterirdiſchen Becken die feſte Maſſe durch elaſtiſche Dämpfe von der geſchmolzenen, flüſſigen Maſſe getrennt iſt.

Der Kern unſeres Planeten wird als aus unoxydirten Maſſen, aus den Metalloiden der Alkalien und Erden beſtehend gedacht. Durch Zutritt von Waſſer und Luft ſoll die vulkaniſche Thätigkeit in dem Kerne erregt werden. Die Vulkane ergießen allerdings eine große Menge Waſſerdampf in die Atmoſphäre; aber die Annahme des Eindringens des Waſſers in den vulkaniſchen Heerd hat viele Schwierigkeit, in Betrachtung des gegenſeitigen Druckes *) der äußeren Waſſerſäule und inneren Lava; und der Mangel oder wenigſtens die große Seltenheit von brennendem Waſſerſtoff-Gas während der Eruption, welchen die Bildungen von Chlor-Waſſerſtoff-Säure †), Ammoniak und geſchwefeltem Waſſerſtoff wohl nicht hinlänglich erſetzen, hat den berühmten Urheber der Hypotheſe ſie ſelbſt freimüthig ‡) aufzugeben vermocht.

Nach einer dritten Anſicht, der des ſo vielbegabten ſüdamerikaniſchen Reiſenden Bouſſingault, wird ein Mangel an Cohärenz in den trachyt- und doleritartigen Maſſen, welche die erhobenen Vulkane der Andeskette bilden, als eine Haupturſach vieler und ſehr weit wirkender Erderſchütterungen betrachtet. Die coloſſalen Kegel und domförmigen Gipfel der Cordilleren ſind nach dieſer Anſicht keineswegs in einem Zuſtande der Weichheit und halben Flüſſigkeit; ſondern vollkommen erhärtet, als ungeheure ſcharfkantige Fragmente, emporgeſchoben und aufgethürmt worden. Bei einem ſolchen Emporſchieben und Aufthürmen ſind nothwendig große Zwiſchenräume und Höhlungen entſtanden, ſo daß durch ruckweiſe Senkung und durch das Herabſtürzen zu ſchwach unterſtützter feſter Maſſen Erſchütterungen erfolgen. ||)

Mit mehr Klarheit, als die Betrachtungen über die Natur des erſten Impulſes gewähren, den man ſich freilich als verſchiedenartig denken kann; ſind die Wirkungen des Impulſes, die Erſchütterungswellen, auf einfache mechaniſche Theorien zurückzuführen. Dieſer Theil unſeres Naturwiſſens hat, wie wir ſchon oben be-

---

*) Gay-Luſſac, Réflexions sur les Volcans in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 418 und 426. — Der Verfaſſer, welcher mit Leopold von Buch und mir den großen Lava-Ausbruch des Veſuvs im Sept. 1805 beobachtete, hat das Verdienſt gehabt die chemiſchen Hypotheſen einer ſtrengen Kritik zu unterwerfen. Er ſucht die Urſach der vulkaniſchen Erſcheinungen in einer affinité très energique et non encore satisfaite entre les substances, à laquelle un contact fortuit leur permettait d'obéir, er begünſtigt im ganzen die aufgegebene Davy'ſche und Ampère'ſche Hypotheſe: en supposant que les radicaux de la silice, de l'alumine, de la chaux et du fer soient unis au chlore dans l'intérieur de la terre; auch das Eindringen des Meerwaſſers iſt ihm nicht unwahrſcheinlich unter gewiſſen Bedingungen: p. 419, 420, 423 und 426. Vergl. über die Schwierigkeit einer Theorie, die ſich auf das Eindringen des Waſſers gründet, Hopkins im Meeting of 1847 p. 38.

†) In den ſüdamerikaniſchen Vulkanen fehlt unter den ausgeſtoßenen Dämpfen, nach den ſchönen Analyſen von Bouſſingault an 5 Kraterrändern (Tolima, Purace, Paſto, Tuquires und Cumbal), Chlor-Waſſerſtoff-Säure gänzlich: nicht aber an den italiäniſchen Vulkanen: Annales de Chimie T. LII. 1833 p. 7 u. 23.

‡) Kosmos 1. Buch S. 122. Indem Davy auf das beſtimmteſte die Meinung aufgab, daß die vulkaniſchen Ausbrüche eine Folge der Berührung der metalloidiſchen Baſen durch Luft und Waſſer ſeien, erklärte er doch, es könne das Daſein von oxydirbaren Metalloiden im Inneren der Erde eine mitwirkende Urſach in den ſchon begonnenen vulkaniſchen Proceſſen ſein.

||) J'attribue, ſagt Bouſſingault, la plupart des tremblemens de terre dans la Cordillère des Andes à des éboulemens qui ont lieu dans l'intérieur de ces montagnes par le tassement qui s'opère et qui est une conséquence de leur soulèvement. Le massif qui constitue ces cimes gigantesques, n'a pas été soulevé à l'état pâteux: le soulèvement n'a eu lieu qu'après la solidification des roches. S'affaissant par conséquent que le relief des Andes se compose de fragmens de toutes dimensions, entassés les uns sur les autres. La consolidation des fragmens n'a pu être tellement stable dès le principe qu'il n'y ait des tassemens après le soulèvement, qu'il n'y ait des mouvemens intérieurs dans les masses fragmentaires. Bouſſingault ſur les tremblemens de terre des Andes, in den Annales de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 84—86. In der Beſchreibung ſeiner denkwürdigen Beſteigung des Chimborazo (Ascension au Chimborazo le 16. déc. 1831, a. a. O. p. 176) heißt es wieder: Comme le Cotopaxi, l'Antisana, le Tunguragua et en général les volcans qui hérissent les plateaux des Andes, la masse du Chimborazo est formée par l'accumulation de débris trachytiques, amoncelés sans aucun ordre. Ces fragmens, d'un volume souvent énorme, ont été soulevés à l'état solide par des fluides élastiques qui se sont fait jour sur les points de moindre résistance: leurs angles sont toujours tranchans. Die hier bezeichnete Urſach der Erdbeben iſt die, welche Hopkins in ſeiner „analytiſchen Theorie der vulkaniſchen Erſcheinungen" a shock produced by the falling of the roof of a subterranean cavity nennt (Meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 82).

merkt, in der neueſten Zeit weſentlich gewonnen. Man hat die Erdwellen in ihren Fortſchritten, ihrer Verbreitung durch Gebirgsarten von verſchiedener Dichtigkeit und Elaſticität*) geſchildert; die Urſachen der Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit, ihre Abnahme durch Brechung, Reflex und Interferenz†) der Schwingungen mathematiſch erforſcht. Die ſcheinbar kreiſenden (rotatoriſchen) Erſchütterungen, von denen die Obelisken vor dem Kloſter San Bruno in der kleinen Stadt Stephano del Bosco (Calabrien 1783) ein ſo viel beſprochenes Beiſpiel dargeboten hatten, hat man verſucht, auf geradlinige zu reduciren.‡) Luft-, Waſſer- und Erdwellen folgen allerdings räumlich denſelben Geſetzen, welche die Bewegungslehre anerkennt; aber die Erdwellen ſind in ihrer verheerenden Wirkung von Phänomenen begleitet, die ihrer Natur nach dunkler bleiben und in die Claſſe phyſiſcher Proceſſe gehören. Als ſolche ſind aufzuzählen: Ausſtrömungen von geſpannten Dämpfen; von Gas-Arten; oder, wie in den kleinen bewegten Moya-Kegeln von Pelileo, grusartiger Gemenge von Pyroxen-Kryſtallen, Kohle und Infuſionsthierchen mit Kieſelpanzern. Dieſe wandernden Kegel haben eine große Zahl von Hütten der Indianer umgeſtürzt.‖)

In dem allgemeinen Naturgemälde ſind viele über die große Cataſtrophe von Riobamba (4. Febr. 1797) aus dem Munde der Ueberlebenden an Ort und Stelle mit dem ernſten Beſtreben nach hiſtoriſcher Wahrheit geſammelte Thatſachen erzählt. Einige ſind den Ereigniſſen bei dem großen Erdbeben von Calabrien aus dem Jahre 1783 analog, andere ſind neu und durch die minenartige Kraftäußerung von unten nach oben beſonders charakteriſirt. Das Erdbeben ſelbſt war von keinem unterirdiſchen Getöſe begleitet, durch keines verkündigt. Ein ungeheures Getöſe, noch jetzt durch den einfachen Namen el gran ruido bezeichnet, wurde erſt 18 bis 20 Minuten ſpäter, und bloß unter den beiden Städten Quito und Ibarra, fern von Tacunga, Hambato und dem Hauptſchauplatz der Verheerung, vernommen. Es giebt kein anderes Ereigniß in den trüben Verhängniſſen des Menſchengeſchlechts, durch welches in wenigen Minuten, und dazu in ſparſam bevölkerten Gebirgsländern, ſo viele Tauſende auf einmal den Tod finden, als durch die Erzeugung und den Vorübergang weniger Erdwellen, von Spaltungs-Phänomen begleitet!

Bei dem Erdbeben von Riobamba, über welches der berühmte valencianiſche Botaniker, Don Joſé Cavanilles, die früheſten Nachrichten mitgetheilt hat, verdienen noch folgende Erſcheinungen eine beſondere Aufmerkſamkeit: Klüfte, die ſich abwechſelnd öffneten und wiederum ſchloſſen: ſo daß Menſchen ſich dadurch retteten, daß ſie beide Arme ausſtreckten, um nicht zu verſinken; das Verſchwinden ganzer Züge von Reitern oder beladener Maulthiere

---

*) Mallet, Dynamics of Earthquakes p. 74, 80 and 82; Hopkins (Meeting at Oxford) p. 74—82. Alles, was wir von den Erſchütterungswellen und Schwingungen in feſten Körpern wiſſen, zeigt das Unhaltbare älterer Theorien über die durch eine Reihung von Höhlen erleichterte Fortpflanzung der Bewegung. Höhlen können nur auf ſecundäre Weiſe bei dem Erdbeben wirken, als Räume für Anhäufung von Dämpfen und verdichteten Gasarten. La terre, vieille de tant de siècles, ſagt Gay-Luſſac ſehr ſchön (Ann. de Chimie et de Phys. T. XXII. 1823 p. 428), conserve encore une force intestine, qui élève des montagnes (dans la croûte oxydée), renverse des cités et agite la masse entière. La plupart des montagnes, en sortant du sein de la terre, ont dû y laisser de vastes cavités, qui sont restées vides, à moins qu'elles n'aient été remplies par l'eau (et des fluides gazeux). C'est bien à tort que Delue et beaucoup de Géologues se servent de ces vides, qu'ils s'imaginent se prolonger en longues galeries, pour propager au loin les tremblements de terre. Ces phénomènes si grands et si terribles sont de très fortes ondes sonores, excitées dans la masse solide de la terre par une commotion quelconque, qui s'y propage avec la même vitesse que le son s'y propagerait. Le mouvement d'une voiture sur le pavé ébranle les plus vastes édifices, et se communique à travers des masses considérables, comme dans les carrières profondes au-dessous de Paris.

†) Ueber Interferenz-Phänomene in den Erdwellen, denen der Schallwellen analog, ſ. Kosmos 1. Buch S. 105 und Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 379.

‡) Mallet on vorticose shocks and cases of twistings, im Meet. of the Brit. Assoc. in 1850 p. 33 und 49, im Admiralty Manual 1849 p. 213. (Vergl. Kosmos 1. Buch S. 106.

‖) Die Moya-Kegel ſind 19 Jahre nach mir noch von Bouſſingault geſehen worden. "Des éruptions boueuses, suites du tremblement de terre, comme les éruptions de la *Moya* de Pelileo, qui ont enseveli des villages entiers." (Ann. de Chim. et de Phys. T. LVIII. p. 81.)

(recuas), deren einige durch, ſich plötzlich aufthuende Queerklüfte verſchwanden, während andere, zurückfliehend, der Gefahr entgingen; ſo heftige Schwankungen (ungleichzeitige Erhebung und Senkung) naher Theile des Bodens, daß Perſonen, welche auf einem nicht als 12 Fuß hohen Chor in einer Kirche ſtanden, ohne Sturz auf das Straßenpflaſter gelangten; die Verſenkung von maſſiven Häuſern,*) in denen die Bewohner innere Thüren öffnen konnten: und zwei Tage lang, ehe ſie durch Ausgrabung entkamen, unverſehrt von einem Zimmer in das andere gingen, ſich Licht anzündeten, von zufällig entdeckten Vorräthen ſich nährten, und über den Grad der Wahrſcheinlichkeit ihrer Rettung mit einander haderten; das Verſchwinden ſo großer Maſſen von Steinen und Baumaterial. Alt-Riobamba hatte Kirchen und Klöſter, zwiſchen Häuſern von mehreren Stockwerken; und doch habe ich, als ich den Plan der zerſtörten Stadt aufnahm, in den Ruinen nur Steinhaufen von 8 bis 10 Fuß Höhe gefunden. In dem ſüdweſtlichen Theil von Alt-Riobamba (in dem vormaligen Barrio de Sigchuguaicu) war deutlich eine minenartige Exploſion, die Wirkung einer Kraft von unten nach oben zu erkennen. Auf dem, einige hundert Fuß hohen Hügel Cerro de la Culca, welcher ſich über dem, ihm nördlich liegenden Cerro de Cumbicarca erhebt, liegt Steinſchutt, mit Menſchengerippen vermengt. Translatoriſche Bewegungen in horizontaler Richtung, durch welche Baumalleen, ohne entwurzelt zu werden, ſich verſchieben; oder Culturſtücke ſehr verſchiedener Art ſich gegenſeitig verdrängen: haben ſich in Quito wie in Calabrien mehrfach gezeigt. Eine noch auffallendere und complicirtere Erſcheinung iſt das Auffinden von Geräthſchaften eines Hauſes in den Ruinen anderer, weit entfernter: ein Auffinden, das zu Proceſſen Anlaß gegeben hat. Iſt es, wie die Landeinwohner glauben, ein Verſinken, dem ein Auswurf folgt? oder, trotz der Entfernung, ein bloßes Ueberſchütten? Da in der Natur unter wieder eintretenden ähnlichen Bedingungen ſich alles wiederholt, ſo muß man durch Nicht-Verſchweigen auch des noch unvollſtändig Beobachteten die Aufmerkſamkeit künftiger Beobachter auf ſpecielle Phänomene leiten.

Es iſt nach meinen Erfahrungen nicht zu vergeſſen, daß bei den meiſten Spalten-Erzeugungen, neben der Erſchütterung feſter Theile als Erdwelle, auch ganz andere und zwar phyſiſche Kräfte, Gas- und Dampf-Emanationen, mitwirken. Wenn in der Wellenbewegung die äußerſte Grenze der Elaſticität der bewegten Materie (nach Verſchiedenheit der Gebirgsarten oder der loſen Erdſchichten) überſchritten wird und Trennung entſteht; ſo können durch die Spalten geſpannte elaſtiſche Flüſſigkeiten ausbrechen, welche verſchiedenartige Stoffe aus dem Inneren auf die Oberfläche führen und deren Ausbruch wiederum Urſach von translatoriſchen Bewegungen wird. Zu dieſen, die primitive Erſchütterung (das Erdbeben) nur begleitenden Erſcheinungen gehört das Emporheben der unbeſtritten wandernden Moya-Kegel; wahrſcheinlich auch der Transport von Gegenſtänden auf der Oberfläche der Erde.†) Wenn in der Bildung mächtiger Spalten ſich dieſelben nur in den oberen Theilen ſchließen, ſo kann die Entſtehung bleibender unterirdiſcher Höhlungen nicht bloß Urſach zu neuen Erdbeben werden: indem nach Bouſſingault's Vermuthung ſich mit der Zeit ſchlecht unterſtützte Maſſen ablöſen und, Erſchütterung erregend, ſenken; ſondern man kann ſich auch die Möglichkeit denken, daß die Erſchütterungskreiſe dadurch erweitert werden, daß auf den bei

*) Ueber Verſetzung von Gebäuden und Pflanzungen bei dem Erdbeben von Calabrien ſ. Lyell, Principles of Geology Vol. I. p. 484—491. Ueber Rettung in Spalten bei dem großen Erdbeben von Riobamba ſ. meine Relat. hiſt. T. II. p. 642. Als ein merkwürdiges Beiſpiel von der Schließung einer Spalte iſt anzuführen, daß bei dem berühmten Erdbeben (Sommer 1851) in der neapolitaniſchen Provinz Baſilicata in Barile bei Melfi eine Henne mit beiden Füßen im Straßenpflaſter eingeklemmt gefunden wurde, nach dem Berichte von Scacchi.

†) Kosmos I. Buch S. 51. Daß die durch Erdbeben entſtehenden Spalten ſehr lehrreich für die Gangbildung und das Phänomen des Verwerfens ſind, indem der neuere Gang den älteren Formation verſchiebt, hat Hopkins ſehr richtig theoretiſch entwickelt. Lange aber vor dem verdienſtvollen Phillips hat Werner die Altersverhältniſſe des verwerfenden durchſetzenden Ganges zu dem verworfenen, durchſetzten, in ſeiner Theorie der Gänge (1791) gezeigt. Vergl. Report of the meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 62.

den früheren Erdbeben geöffneten Spalten in dem neuen Erdbeben elaſtiſche Flüſſigkeiten da wirken, wohin ſie vorher nicht gelangen konnten. Es iſt alſo ein begleitendes Phänomen, nicht die Stärke der Erſchütterungswelle, welche die feſten Theile der Erde einmal durchlaufen iſt, was die allmälige, ſehr wichtige und zu wenig beachtete, Erweiterung des Erſchütterungskreiſes veranlaßt.*)

Vulkaniſche Thätigkeiten, zu deren niederen Stufen das Erdbeben gehört, umfaſſen faſt immer gleichzeitig Phänomene der Bewegung und phyſiſcher ſtoffartiger Production. Wir haben ſchon mehrfach im Naturgemälde erinnert, wie aus Spalten, fern von allen Vulkanen, emporſteigen: Waſſer und heiße Dämpfe, kohlenſaures Gas und andere Moſſetten, ſchwarzer Rauch (wie, viele Tage lang, im Felſen von Alvidras beim Erdbeben von Liſſabon vom 1. November 1755), Feuerflammen, Sand, Schlamm, und mit Kohle gemengte Mova. Der ſcharfſinnige Geognoſt Abich hat den Zuſammenhang nachgewieſen, der im perſiſchen Ghilan zwiſchen den Thermalquellen von Sarein (5051 Fuß), auf dem Wege von Ardebil nach Tabriz, und den Erdbeben ſtatt findet, welche das Hochland oft von zwei zu zwei Jahren heimſuchen. Im October 1848 nöthigte eine undulatoriſche Bewegung des Bodens, welche eine ganze Stunde dauerte, die Einwohner von Ardebil die Stadt zu verlaſſen; und ſogleich ſtieg die Temperatur der Quellen, die zwiſchen 44° und 46° Cent. fällt, einen ganzen Monat lang bis zum ſchmerzlichſten Verbrühen. †) Nirgends vielleicht auf der Erde iſt, nach Abich's Ausſpruch, der „innige Zuſammenhang ſpaltenerregender Erdbeben mit den Phänomenen der Schlamm-Vulkane, der Salſen, der den durchlöcherten Boden durchdringenden brennbaren Gaſe, der Petroleum-Quellen beſtimmter angedeutet und klarer zu erkennen, als in dem ſüdöſtlichen Ende des Caucaſus zwiſchen Schemacha, Baku und Sallian. Es iſt der Theil der großen aralo-caſpiſchen Depreſſion, in welchem der Boden am häufigſten erſchüttert wird." ‡) Mir ſelbſt iſt es im nördlichen Aſien auffallend geweſen, daß der Erſchütterungskreis, deſſen Mittelpunkt die Gegend des Baikal-Sees zu ſein ſcheint, ſich weſtlich nur bis zur öſtlichſten Grenze des ruſſiſchen Altai: bis zu den Silbergruben von Ridderik, dem trachytartigen Geſtein der Kruglaja Sopka, und den heißen Quellen von Nachmanowka und Arachan; nicht aber bis zur Uralkette erſtreckt. Weiter nach Süden hin, jenſeits des Parallelkreiſes von 45°, erſcheint in der Kette des Thianſchan (Himmelsgebirges) eine von Oſten nach Weſten gerichtete Zone von vulkaniſcher Thätigkeit jeglicher Art der Manifeſtation. Sie erſtreckt ſich nicht bloß vom Feuer-District (Ho-tſchen) in Turfan durch die kleine Aſerah-Kette bis Baku, und von da über den Ararat bis nach Kleinaſien; ſondern, zwiſchen den Breiten von 38° und 40° oſcillirend, glaubt man ſie durch das vulkaniſche Becken des Mittelmeeres bis nach Liſſabon und den Azoren verfolgen zu können. Ich habe an einem anderen Orte ||) dieſen wichtigen Gegenſtand der vulkaniſchen Geographie ausführlich behandelt.

*) Vergl. über gleichzeitige Erſchütterung des Tertiär-Kalkes von Cumana und Maniquarez, ſeit dem großen Erdbeben von Cumana am 14. December 1766, Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 314, Kosmos I. B. S. 110, und Mallet, Meeting of the Brit. Assoc. in 1850 p. 28.

†) Abich über Dagheſtan, Schagdagh und Ghilan in Poggendorff's Annalen Bd. 76, 1849 S. 157. Auch in einem Bohrloche bei Saſſendorf in Weſtphalen (Regierungs-Bezirk Arnsberg) nahm, in Folge des ſich weit erſtreckenden Erdbebens vom 29. Juli 1846, deſſen Erſchütterungs-Centrum man nach St. Goar am Rhein verlegt, die Salzſole, ſehr genau gewürft, um 1½ Procent an Gehalt zu: wahrſcheinlich, weil ſich andere Zuleitungsklüfte geöffnet hatten (Nöggerath, das Erdbeben im Rheingebiete vom 29. Juli 1846 S. 14). Bei dem ſchweizer Erdbeben vom 25. Auguſt 1851 ſtieg nach Charpentier's Bemerkung die Temperatur der Schwefelquelle von Lavey (oberhalb St. Maurice am Rhone-Ufer) von 31° auf 36°,3.

‡) Zu Schemacha (Höhe 2245 Fuß), einer der vielen meteorologiſchen Stationen, die unter Abich's Leitung der Fürſt Woronzow im Caucaſus hat gründen laſſen, wurden 1848 allein 18 Erdbeben von dem Beobachter in dem Journale verzeichnet.

||) S. Asie centrale T. I. p. 324—329 und T. II. p. 108—120; und beſonders meine Carte des Montagnes et Volcans de l'Asie, verglichen mit den geognoſtiſchen Karten des Caucaſus und Hochlandes von Armenien von Abich, wie mit der Karte von Kleinaſien (Argäus) von Peter Tſchichatſchef, 1853 (Roſe, Reiſe nach dem Ural, Altai und kaſp. Meere Bd. II. S. 576 und 597). "Du Tourfan, ſitué sur la pente méridionale du Thianchan, jusqu'à l'Archipel des Azores (heißt es in der Asie centrale) il y a 120° de longitude. C'est vraisemblablement la *bande de réactions volcaniques* la plus longue et la plus régulière, oscillant faiblement entre 38° et 40° de latitude, qui existe sur la terre; elle surpasse de beaucoup en étendue la bande volcanique de la Cordillère

Eben so scheint in Griechenland, das mehr als irgend ein anderer Theil von Europa durch Erdbeben gelitten hat (Curtius, Peloponnesos Bd. I. S. 42—46), eine Unzahl von Thermalquellen, noch fließende oder schon verschwundene, unter Erdstößen ausgebrochen zu sein. Ein solcher thermischer Zusammenhang ist in dem merkwürdigen Buche des Johannes Lydus über die Erdbeben (de Ostentis cap. LIV. p. 189 Hase) schon angedeutet. Die große Naturbegebenheit des Unterganges von Helice und Bura in Achaja (373 vor Chr.; Kosmos B. III. S. 598) gab besonders Veranlassung zu Hypothesen über den Causalzusammenhang vulkanischer Thätigkeit. Es entstand bei Aristoteles die sonderbare Theorie von der Gewalt der in den Schluchten der Erdtiefe sich einfangenden Winde (Meteor II. p. 368). Die unglückliche Frequenz der Erderschütterungen in Hellas und in Unter-Italien hat durch den Antheil, den sie an der früheren Zerstörung der Monumente aus der Blüthezeit der Künste gehabt, den verderblichsten Einfluß auf alle Studien ausgeübt, welche auf die Entwickelung griechischer und römischer Cultur nach verschiedenen Zeitepochen gerichtet sind. Auch ägyptische Monumente, z. B. der eine Memnons-Colos (27 Jahre vor unserer Zeitrechnung), haben von Erdstößen gelitten, die, wie Letronne erwiesen, im Nilthal gar nicht so selten gewesen sind, als man geglaubt, (les Statues vocales de Memnon 1833 p. 23—27 und 255).

Nach den hier angeführten physischen Veränderungen, welche die Erdbeben durch Erregung von Spalten veranlassen, ist es um so auffallender, wie so viele warme Heilquellen Jahrhunderte lang ihren Stoffgehalt und ihre Temperatur unverändert erhalten; und alle aus Spalten hervorquellen müssen, die weder der Tiefe nach, noch gegen die Seiten hin Veränderungen erlitten zu haben scheinen. Eingetretene Communicationen mit höheren Erdschichten würden Verminderung, mit tieferen Vermehrung der Wärme hervorgebracht haben.

Als der Vulkan von Conseguina (im Staat Nicaragua) am 23. Januar 1835 seinen großen Ausbruch machte, wurde das unterirdische Getöse *) (los ruidos subterraneos) zugleich gehört auf der Insel Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota, 8200 Fuß über dem Meere, entfernter als von Algier nach London. Auch habe ich schon an einem anderen Orte bemerkt, daß bei den Ausbrüchen des Vulkans auf der Insel St. Vincent, am 30. April 1812, um 2 Uhr Morgens, das dem Kanonendonner gleiche Getöse ohne alle fühlbare Erderschütterung auf einem Raume von 10000 geogr. Quadratmeilen gehört wurde. †) Sehr merkwürdig ist es, daß, wenn Erdbeben mit Getöse verbunden sind, was keineswegs immer der Fall ist, die Stärke des letzteren gar nicht mit der des ersteren

---

des Andes dans l'Amérique méridionale. J'insiste d'autant plus sur ce singulier *alignement* d'arêtes, de soulèvements, de crevasses et de propagations de commotions, qui comprend un tiers de la circonférence d'un *parallèle à l'équateur*, que de petits accidents de la surface, l'inégale hauteur et la largeur des rides ou soulèvements linéaires, comme l'interruption causée par les bassins des mers (concavité Aralo-Caspienne, Méditerranée et Atlantique) tendent à masquer les grands traits de la constitution géologique du globe. (Cet aperçu hazardé d'une ligne de commotion régulièrement prolongée n'exclut aucunement d'autres lignes selon lesquelles les mouvements peuvent se propager également.)" Da die Stadt Khotan und die Gegend südlich vom Thian-schan die berühmtesten und ältesten Sitze des Buddhismus gewesen sind, so hat sich die buddhistische Literatur auch schon früh und ernst mit den Ursachen der Erdbeben beschäftigt. (S. Foe-koue-ki ou Relation des Royaumes Bouddiques, trad. par Mr. Abel Rémusat, p. 217). Es werden von den Anhängern des Sâkhyamuni 8 dieser Ursachen angegeben: unter welchen ein gedrehtes Rädchernes, mit Reliquien (sarira; im Sanskrit Leib bedeutend) behangenes Rad eine Hauptrolle spielt; — die mechanische Erklärung einer dynamischen Erscheinung, kaum alberner als manche unserer spät veralteten geologischen und magnetischen Mythen! Geistliche, besonders Bettelmönche (Bhikshous), haben nach einem Zusatze von Klaproth auch die Macht die Erde erzittern zu machen und das unterirdische Rad in Bewegung zu setzen. Die Reisen des Fahian, des Verfassers des Foe-koue-ki, sind aus dem Anfang des fünften Jahrhunderts.

*) Acosta, Viajes científicos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 56.

†) Kosmos I. Buch S. 107—108; Humboldt, Rel. hist. T. IV. chap. 14 p. 31—38. Scharfsinnige theoretische Betrachtungen von Mallet über Schallwellen durch die Erde und Schallwellen durch die Luft finden sich im Meeting of the British Assoc. in 1850 p. 41—46 und im Admiralty Manual 1849 p. 201 und 217. Die Thiere, welche in den Tropenländern nach meiner Erfahrung früher als der Mensch von leisesten Erderschütterungen benachrichtigt werden, sind Hühner, Schweine, Hunde, Esel und Crocodile (Caymanes), welche letztere plötzlich den Boden der Insel verlassen.

wächſt. Das ſeltenſte und räthſelhafteſte Phänomen unterirdiſcher Schallbildung bleibt immer das der bramidos de Guanaxuato vom 9. Januar bis zur Mitte des Februars 1784, über das ich die erſten ſicheren Nachrichten aus dem Munde noch lebender Zeugen und aus archivariſchen Urkunden habe ſammeln können. (Kosmos B. I. S. 108.)

Die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit des Erdbebens auf der Oberfläche der Erde muß ihrer Natur nach durch die ſo verſchiedenen Dichtigkeiten der feſten Gebirgsſchichten (Granit und Gneiß, Baſalt und Trachyt-Porphyr, Jurakalk und Gyps) wie des Schuttlandes, welche die Erſchütterungswelle durchläuft, mannigfach modificirt werden. Es wäre aber doch wünſchenswerth, daß man endlich einmal mit Sicherheit die äußerſten Grenzen kennen lernte, zwiſchen denen die Geſchwindigkeiten ſchwanken. Es iſt wahrſcheinlich, daß den heftigeren Erſchütterungen keinesweges immer die größte Geſchwindigkeit zukommt. Die Meſſungen beziehen ſich ohnedies nicht immer auf dieſelben Wege, welche die Erſchütterungswellen genommen haben. An genauen mathematiſchen Beſtimmungen fehlt es ſehr; und nur ganz neuerlich iſt über das rheiniſche Erdbeben vom 29. Juli 1846 mit großer Genauigkeit und Umſicht ein Reſultat von Julius Schmidt, Gehülfen an der Sternwarte zu Bonn, erlangt worden. Die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit war in dem eben genannten Erdbeben 3,739 geogr. Meilen in der Minute, d. i. 1376 Pariſer Fuß in der Secunde. Dieſe Schnelligkeit übertrifft allerdings die der Schallwelle in der Luft; wenn dagegen die Fortpflanzung des Schalles im Waſſer nach Colladon und Sturm 4706 Fuß, in gegoſſenen eiſernen Röhren nach Biot 10690 Fuß beträgt, ſo erſcheint das für das Erdbeben gefundene Reſultat ſehr ſchwach. Für das Erdbeben von Liſſabon am 1. Nov. 1755 fand Schmidt (nach weniger genauen Angaben) zwiſchen den portugieſiſchen und holſteiniſchen Küſten eine mehr denn fünfmal größere Geſchwindigkeit als am Rhein den 29. Juli 1846. Es ergaben ſich nämlich für Liſſabon und Glückſtadt (Entfernung 295 geogr. Meilen) 19,6 Meilen in der Minute oder 7464 Pariſer Fuß in 1″: immer noch 3226 Fuß weniger Geſchwindigkeit als im Gußeiſen.*)

Erderſchütterungen und plötzliche Feuerausbrüche lang ruhender Vulkane: ſei es, daß dieſe bloß Schlacken oder, *intermittirenden* Waſſerquellen gleich, flüſſige geſchmolzene Erde in Lavaſtrömen ergießen; haben allerdings einen gemeinſchaftlichen alleinigen Cauſalzuſammenhang in der hohen Temperatur des Inneren unſeres Planeten: aber eine dieſer Erſcheinungen zeigt ſich meiſt ganz unabhängig von der anderen. Heftige Erdbeben erſchüttern z. B. in der Andeskette in ihrer Linear-Verbreitung Gegenden, in denen ſich nicht erloſchene, ja noch oftmals thätige Vulkane erheben, ohne daß dieſe letzteren dadurch auf irgend eine bemerkbare Weiſe *angeregt* werden. Bei der großen Cataſtrophe von Riobamba haben ſich der nahe Vulkan Tungurahua und der etwas fernere Vulkan Cotopaxi ganz ruhig verhalten. Umgekehrt haben Vulkane mächtige, langdauernde Ausbrüche dargeboten, ohne daß weder vorher noch gleichzeitig in der Umgegend Erdbeben gefühlt wurden. Es ſind gerade die verheerendſten Erderſchütterungen, von denen die Geſchichte

*) Julius *Schmidt* in *Nöggerath* über das Erdbeben vom 29. Juli 1846 S. 28—37. Mit der Geſchwindigkeit des Liſſaboner Erdbebens, wie ſie im Text angegeben iſt, würde der Aequatorial-Umfang der Erde in ohngefähr 45 Stunden umgangen werden. Michell (Phil. Transact. Vol. LI. Part. II. p. 572) fand für daſſelbe Erdbeben vom 1. November 1755 nur 50 engliſche miles in der Minute: d. i. ſtatt 7464, nur 4170 Pariſer Fuß in der Secunde. Ungenauigkeit der älteren Beobachtungen und Verſchiedenheit der Fortpflanzungswege mögen hier zugleich wirken.—Ueber den Zuſammenhang des Neptun mit dem Erdbeben, auf welchen ich im Texte (S. 730) angeſpielt habe, wirft eine Stelle des Proclus im Commentar zu Plato's Cratylus ein merkwürdiges Licht. „Der mittlere unter den drei Göttern, Poſeidon, iſt für alles, ſelbſt für das Unbewegliche, Urſache der Bewegung. Als Urheber der Bewegung heißt er Ἐννοσίγαιος; und ihm iſt unter denen, welche um das Kroniſche Reich geloost, das mittlere Loos, und zwar das leicht bewegliche Meer, zugefallen. (*Creuzer*, Symbolik und Mythologie Th. III. 1842 S. 260.) Da die Atlantis des Solon und das ihr nach meiner Vermuthung verwandte Lyctonien *geologiſche Mythen* ſind, ſo werden beide durch Erdbeben zertrümmerte Länder als unter der Herrſchaft des Neptun ſtehend betrachtet und den *Saturniſchen Continenten* entgegengeſetzt. Neptun war nach Herodot (lib. II. c. 43 et 50) eine *libyſche* Gottheit, und in Aegypten unbekannt. Ueber dieſe Verhältniſſe, das Verſchwinden des libyſchen Triton-Sees durch Erdbeben und die Meinung von der großen Seltenheit der Erderſchütterungen im Nilthal, vergl. mein Examen crit. de la Géographie T. I. p. 171 und 179.

Kund giebt und die viele tausend Quadratmeilen durchlaufen haben, welche, nach dem an der Oberfläche Bemerkbaren zu urtheilen, in keinem Zusammenhange mit der Thätigkeit von Vulkanen stehen. Diese hat man neuerdings plutonische Erdbeben im Gegensatz der eigentlichen vulkanischen genannt, die meist auf kleinere Lokalitäten eingeschränkt sind. In Hinsicht auf allgemeinere Ansichten über Vulcanicität ist diese Nomenclatur nicht zu billigen. Die bei weitem größere Zahl der Erdbeben auf unserem Planeten müßten plutonische heißen.

Was Erdstöße erregen kann, ist überall unter unseren Füßen; und die Betrachtung, daß fast ¾ der Erdoberfläche, von dem Meere bedeckt (einige sporadische Inseln abgerechnet), ohne alle bleibende Communication des Inneren mit der Atmosphäre, d. h. ohne thätige Vulkane, sind: widerspricht dem irrigen, aber verbreiteten Glauben, daß alle Erdbeben der Eruption eines fernen Vulkans zuzuschreiben seien. Erschütterungen der Continente pflanzen sich allerdings auf dem Meeresboden von den Küsten aus fort; und erregen die furchtbaren Meereswellen, von welchen die Erdbeben von Lissabon, Callao de Lima und Chili so denkwürdige Beispiele gegegeben haben. Wenn dagegen die Erdbeben von dem Meeresboden selbst ausgehen, aus dem Reiche des Erderschütterers Poseidon (σεισίχθων, κινησίχθων): und nicht von einer insel-erzeugenden Hebung (wie bei der ephemeren Existenz der Insel Sabrina oder Julia) begleitet sind; so kann an Punkten, wo der Seefahrer keine Stöße fühlen würde, doch ein ungewöhnliches Rollen und Anschwellen der Wogen bemerkt werden. Auf ein solches Phänomen haben mich die Bewohner des öden peruanischen Küstenlandes oftmals aufmerksam gemacht. Ich sah selbst in dem Hafen von Callao und bei der gegenüberliegenden Insel San Lorenzo in ganz windstillen Nächten, in diesem sonst so überaus friedlichen Theile der Südsee, sich plötzlich auf wenige Stunden Welle auf Welle zu mehr als 10 bis 14 Fuß Höhe thürmen. Daß ein solches Phänomen Folge eines Sturmes gewesen sei, welcher in großer Ferne auf offenem Meere gewüthet hätte, war in diesen Breiten keineswegs anzunehmen.

Um von denjenigen Erschütterungen zu beginnen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, und offenbar der Thätigkeit eines Vulkans ihren Ursprung verdanken; so erinnere ich hier zuerst daran, wie, nächtlich im Krater des Vesuvs am Fuß eines kleinen Auswurfs-Kegels sitzend, den Chronometer in der Hand (es war nach dem großen Erdbeben von Neapel am 26. Juli 1805 und nach dem Lava-Ausbruch, der 17 Tage darauf erfolgte), ich sehr regelmäßig alle 20 oder 25 Secunden unmittelbar vor jedem Auswurf glühender Schlacken eine Erschütterung des Kraterbodens fühlte. Die Schlacken, 50—60 Fuß emporgeschleudert, fielen theils in die Eruptions-Oeffnung zurück, theils bedeckten sie die Seitenwände des Kegels. Die Regelmäßigkeit eines solchen Phänomens macht die Beobachtung gefahrlos. Das sich wiederholende kleine Erdbeben war keineswegs bemerkbar außerhalb des Kraters: nicht im Atrio del Cavallo, nicht in der Einsiedelei del Salvatore. Die Periodicität der Erschütterung bezeugt, daß sie abhängig war von einem bestimmten Spannungsgrade, welchen die Dämpfe erreichen müssen, um in den Inneren des Schlackenkegels die geschmolzene Masse zu durchbrechen. Eben so als man in dem eben beschriebenen Falle keine Erschütterungen am Abfall des Aschenkegels des Vesuvs fühlte; wurde auch bei einem ganz analogen, aber viel großartigeren Phänomen: am Aschenkegel des Vulkans Sangai, der südöstlich von der Stadt Quito sich bis zu 16068 Fuß erhebt, von einem sehr ausgezeichneten Beobachter, Herrn Wisse, als er sich (im December 1849) dem Gipfel und Krater bis auf tausend Fuß näherte, kein Erzittern des Bodens *) bemerkt, dennoch waren in der Stunde bis 267 Explosionen (Schlacken-Auswürfe) gezählt worden.

*) Die Explosionen des Sangai oder Volcan de Macas erfolgten im Mittel alle 13″,4; s. Wisse in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXVI. 1853 p. 720. Als Beispiel von Erschütterungen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, hätte ich auch noch den Bericht des Grafen Laderel über die Lagoni in Toscana anführen können. Die Bor- oder Borsäure enthaltenden Dämpfe verkündigen ihr Dasein und den nahen Ausbruch dadurch, daß sie das Erdreich umher erschüttern. (Laderel sur les [illegible]

Eine zweite, unendlich wichtigere Gattung von Erdbeben iſt die ſehr häufige, welche große Ausbrüche von Vulkanen zu begleiten oder ihnen voranzugehen pflegt: ſei es, daß die Vulkane, wie unſere europäiſchen, Lavaſtröme ergießen; oder, wie Cotopaxi, Pichincha und Tunguragua der Andeskette, nur verſchlackte Maſſen, Aſche und Dämpfe ausſtoßen. Für dieſe Gattung ſind vorzugsweiſe die Vulkane als Sicherheits-Ventile zu betrachten, ſchon nach dem Ausſpruche Strabo's über die lava-ergießende Spalte bei Lelante auf Euböa. Die Erdbeben hören auf, wenn der große Ausbruch erfolgt iſt.

Am weiteſten *) verbreitet ſind aber die Verheerungen von Erſchütterungswellen, welche theils ganz untrachytiſche, unvulkaniſche Länder; theils trachytiſche, vulkaniſche, wie die Cordilleren von Südamerika und Mexico: durchziehen, ohne irgend einen Einfluß auf die nahen Vulkane auszuüben. Das iſt eine dritte Gruppe von Erſcheinungen; und die, welche am überzeugendſten an die Exiſtenz einer allgemeinen Urſach, welche in der thermiſchen Beſchaffenheit des Inneren unſeres Planeten liegt, erinnert. Zu dieſer dritten Gruppe gehört auch der, doch ſeltene Fall, daß in unvulkaniſchen und durch Erdbeben wenig erſchreckten Ländern, auf dem eingeſchränkteſten Raume, der Boden Monate lang ununterbrochen zittert, ſo daß man eine Hebung, die Bildung eines thätigen Vulkans zu beſorgen anfängt. So war dies in den piemonteſiſchen Thälern von Pelis und Cluſſon, wie bei Pignerol im April und Mai 1808; ſo im Frühjahr 1829 in Murcia, zwiſchen Orihuela und der Meeresküſte, auf einem Raum von kaum einer Quadratmeile. Als im Inneren von Mexico, am weſtlichen Abfall des Hochlandes von Mechoacan, die cultivirte Fläche von Jorullo 90 Tage lang ununterbrochen erbebte, ſtieg der Vulkan mit vielen Tauſenden, ihn umgebender, 5—7 Fuß hoher Kegel (los hornitos) empor, und ergoß einen kurzen, aber mächtigen Lavaſtrom. In Piemont und in Spanien dagegen hörten die Erderſchütterungen allmälig auf, ohne daß irgend eine Naturbegebenheit erfolgte.

Ich hielt es für nützlich, die ganz verſchiedenen Arten der Manifeſtation derſelben vulkaniſchen Thätigkeit (der Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche) aufzuzählen, um den Beobachter zu leiten, und ein Material zu ſchaffen, das zu fruchtbaren Reſultaten über den Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen führen kann. Bisweilen umfaßt die vulkaniſche Thätigkeit auf einmal oder in nahen Perioden einen ſo großen Theil des Erdkörpers, daß die erregten Erſchütterungen des Bodens dann mehreren, mit einander verwandten Urſachen gleichzeitig zugeſchrieben werden können. Die Jahre 1796 und 1811 bieten beſonders denkwürdige Beiſpiele †) von ſolcher Gruppirung der Erſcheinungen dar.

---

sements industriels de la production d'acide boracique en Toscane 1852 p. 15.)

*) Ich freue mich, zur Beſtätigung deſſen, was ich im Texte zu entwickeln verſucht habe, eine wichtige Autorität anführen zu können. "Dans les Andes, l'oscillation du sol, due à une éruption de Volcans, est pour ainsi dire locale, tandis qu'un tremblement de terre, qui en apparence du moins n'est lié à aucune éruption volcanique, se propage à des distances incroyables. Dans ce cas on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes, et se sont principalement ressenties dans les terrains alpins. La fréquence des mouvemens dans le sol des Andes, et le peu de coincidence que l'on remarque entre ces mouvemens et les éruptions volcaniques, doivent nécessairement faire présumer qu'ils sont, *dans le plus grand nombre de cas*, occasionnés par une cause *indépendante des volcans*." Bouſſingault, Ann. de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 83.

†) Die Folge der großen Naturbegebenheiten 1796 bis 1797, 1811 und 1812 war dieſe:

27. Sept. 1796 Ausbruch des Vulkans der Inſel Guadalupe in den Kleinen Antillen, nach vieljähriger Ruhe;

Novbr. 1796 Der Vulkan auf der Hochebene Paſto zwiſchen den kleinen Flüſſen Guaytara und Juanambu entzündet ſich und fängt an bleibend zu rauchen;

14. Decbr. 1796 Erdbeben und Zerſtörung der Stadt Cumana;

4. Febr. 1797 Erdbeben und Zerſtörung von Riobamba. An demſelben Morgen verſchwand plötzlich, ohne wieder zu erſcheinen, in wenigſtens 48 geogr. Meilen Entfernung von Riobamba, die Rauchſäule des Vulkans von Paſto, um welchen umher keine Erderſchütterung gefühlt wurde.

30. Januar 1811 Erſte Erſcheinung der Inſel Sabrina in der Gruppe der Azoren, bei der Inſel San Miguel. Die Hebung ging, wie bei der der Kleinen Kameni (Santorin) und der des Vulkans von Jorullo, dem Feuerausbruch voraus. Nach einer ſechstägigen Schlacken-Eruption ſtieg die Inſel bis zu 300 Fuß über den Spiegel des Meeres empor. Es war das dritte Erſcheinen und Wieder-Verſinken der Inſel nach Zwiſchenräumen von 91 und 92 Jahren, nahe an demſelben Punkte.

Mai 1811 Ueber 200 Erdſtöße auf der Inſel St. Vincent bis April 1812.

Decbr. 1811 Zahlloſe Erdſtöße in den Flußthälern des Ohio, Miſſiſſippi und Arkanſas bis 1813. Zwi-

b. Thermalquellen.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 112—115.)

Als eine Folge der Lebensthätigkeit des Inneren unſres Erdkörpers, die in unregelmäßig wiederholten, oft furchtbar zerſtörenden Erſcheinungen ſich offenbart, haben wir das Erdbeben geſchildert. Es waltet in demſelben eine vulkaniſche Macht: freilich ihrem inneren Weſen nach nur bewegend, erſchütternd, dynamiſch wirkend; wenn ſie aber zugleich an einzelnen Punkten durch Erfüllung von Nebenbedingungen begünſtigt wird, iſt ſie fähig, einiges Stoffartige, zwar nicht, gleich den eigentlichen Vulkanen, zu produciren, aber an die Oberfläche zu leiten. Wie bei dem Erdbeben bisweilen auf kurze Dauer, durch plötzlich eröffnete Spalten, Waſſer, Dämpfe, Erdöl, Gemiſche von Gas-Arten, oder breiartige Maſſen (Schlamm und Moya) ausgeſtoßen werden; ſo entquellen durch das allverbreitete Gewebe von communicirenden Spalten tropfbare und luftartige Flüſſigkeiten permanent dem Schooße der Erde. Den kurzen und ungeſtümen Auswurfs-Phänomenen ſtellen wir hier zur Seite das große, friedliche Quellenſyſtem der Erdrinde, wohlthätig das organiſche Leben anregend und erhaltend. Es giebt Jahrtauſende lang dem Organismus zurück, was dem Luftkreiſe durch den niederfallenden Regen an Feuchtigkeit entzogen worden iſt. Analoge Erſcheinungen erläutern ſich gegenſeitig in dem ewigen Haushalte der Natur; und wo nach Verallgemeinerung der Begriffe geſtrebt wird, darf die enge Verkettung des als verwandt Erkannten nicht unbeachtet bleiben.

Die, im Sprachgebrauch ſo natürlich ſcheinende, weit verbreitete Eintheilung der Quellen in kalte und warme hat, wenn man ſie auf numeriſche Temperatur-Angaben reduciren will, nur ſehr unbeſtimmte Fundamente. Soll man die Wärme der Quellen vergleichen mit der inneren Wärme des Menſchen (zu 36°,7 bis 37° nach Brechet und Becquerel, mit thermo-electriſchen Apparaten gefunden); ſo iſt der Thermometer-Grad, bei dem eine Flüſſigkeit kalt, warm oder heiß in Berührung mit Theilen des menſchlichen Körpers genannt wird, nach individuellem Gefühle ſehr verſchieden. Es kann nicht ein abſoluter Temperatur-Grad feſtgeſetzt werden, über den hinaus eine Quelle warm genannt werden ſoll. Der Vorſchlag, in jeder klimatiſchen Zone eine Quelle kalt zu nennen, wenn ihre mittlere Jahres-Temperatur die mittlere Jahres-Temperatur der Luft in derſelben Zone nicht überſteigt; bietet wenigſtens eine wiſſenſchaftliche Genauigkeit, die Vergleichung beſtimmter Zahlen, dar. Sie gewährt den Vortheil, auf Betrachtungen über den verſchiedenen Urſprung der Quellen zu leiten: da die ergründete Uebereinſtimmung ihrer Temperatur mit der Jahres-Temperatur der Luft in unveränderlichen Quellen unmittelbar; in veränderlichen, wie Wahlenberg und Erman der Vater gezeigt haben, in den Mitteln der Sommer- und der Wintermonate erkannt wird. Aber nach dem hier bezeichneten Criterium müßte in einer Zone eine Quelle warm genannt werden, die kaum den ſiebenten oder achten Theil der Temperatur erreicht, welche in einer anderen, dem Aequator nahen Zone eine kalte genannt wird. Ich erinnere an die Abſtände der mittleren Temperaturen von Petersburg (3°,4) und der Ufer des Orinoco. Die reinſten Quellwaſſer, welche ich in der Gegend der Cataracten von Atures*) und Maypures

---

ſchen Neu-Madrid, Little Prairie und La Saline nördlich von Cincinnati treten mehrere Monate lang die Erdbeben faſt zu jeder Stunde ein.

Decbr. 1811 Ein einzelner Erdſtoß in Caracas.

26. März 1812 Erdbeben und Zerſtörung der Stadt Caracas. Der Erſchütterungskreis erſtreckte ſich über Santa Marta, bis Stadt Honda und das hohe Plateau von Bogota in 135 Meilen Entfernung von Caracas. Die Bewegung dauerte fort bis zur Mitte des Jahres 1813.

30. April 1812 Ausbruch des Vulkans von St. Vincent; und deſſelben Tages um 2 Uhr Morgens noch ein furchtbares unterirdiſches Geräuſch wie Kanonendonner in gleicher Stärke an den Küſten von Caracas, in den Llanos von Calabozo und des Rio Apure, ohne von einer Erderſchütterung begleitet zu ſein, zugleich vernommen (ſ. oben S. 728). Das unterirdiſche Getöſe wurde auch auf der Inſel St. Vincent gehört; aber, was ſehr merkwürdig iſt, ſtärker in einiger Entfernung auf dem Meere.

*) Humboldt, Voyage aux Régions équin. II. p. 376.

(27°,3), oder in der Waldung des Atabapo getrunken, hatten eine Temperatur von mehr als 26°; ja die Temperatur der großen Flüsse im tropischen Südamerika entspricht den hohen Wärmegraden solcher kalten*) Quellen!

Das durch mannigfaltige Ursachen des Druckes und durch den Zusammenhang wasserhaltiger Spalten bewirkte Ausbrechen von Quellen ist ein so allgemeines Phänomen der Erdoberfläche, daß Wasser an einigen Punkten den am höchsten gehobenen Gebirgsschichten, in anderen dem Meeresboden entströmen. In dem ersten Viertel dieses Jahrhunderts wurden durch Leopold von Buch, Wahlenberg und mich zahlreiche Resultate über die Temperatur der Quellen und die Vertheilung der Wärme im Inneren der Erde in beiden Hemisphären, und zwar vom 12ten Grade südlicher bis zum 71ten Grade nördlicher Breite, gesammelt.†) Es wurden die Quellen, welche eine unveränderliche Temperatur haben, sorgfältig von den mit den Jahreszeiten veränderlichen geschieden; und Leopold von Buch erkannte den mächtigen Einfluß der Regen-Vertheilung im Laufe des Jahres: d. i. den Einfluß des Verhältnisses zwischen der relativen Häufigkeit der Winter- und Sommer-Regen auf die Temperatur der veränderlichen Quellen, welche, der Zahl nach, die allverbreitetsten sind. Sehr scharfsinnige Zusammenstellungen von de Gasparin, Schouw und Thurmann haben in neuerer Zeit‡) diesen Einfluß

*) Um zwischen den Wendekreisen die Temperatur der Quellen, wo sie unmittelbar aus den Erdschichten hervorbrechen, mit der Temperatur großer, in offenen Canälen strömender Flüsse vergleichen zu können, stelle ich hier aus meinen Tagebüchern folgende Mittelzahlen zusammen:

Rio Apure, Br. 7°½: Temp. 27°,2;

Orinoco zwischen 4° und 8° Breite: 27°,5 bis 29°,6;

Quellen im Walde bei der Cataracte von Maypures, aus Granit ausbrechend: 27°,8;

Cassiquiare: der Arm des oberen Orinoco, welcher die Verbindung mit dem Amazonenstrom bildet: nur 24°,3;

Rio Negro oberhalb San Carlos (kaum 1° 53′ nördlich vom Aequator): nur 23°,8;

Rio Atabapo: 26°,2 (Br. 3° 50′);

Orinoco nahe bei dem Eintritt des Atabapo: 27°,8;

Rio grande de la Magdalena (Br. 5° 12′ bis 9° 55′): Temp. 26°,6;

Amazonenfluß: südl. Br. 5° 31′, dem Pongo von Rentema gegenüber (Provincia Jaen de Bracamoros), kaum 1200 Fuß über der Südsee: nur 22°,5.

Die große Wassermasse des Orinoco nähert sich also der mittleren Luft-Temperatur der Umgegend. Bei großen Ueberschwemmungen der Savanen erwärmen sich die gelbbraunen, nach Schwefel-Wasserstoff riechenden Wasser bis 32°,8; so habe ich die Temperatur in dem mit Crocodilen angefüllten Lagartero östlich von Guayaquil gefunden. Der Boden erhitzt sich dort, wie in seichten Flüssen, durch die in ihm von den einfallenden Sonnenstrahlen erzeugte Wärme. Ueber die mannigfaltigen Ursachen der geringeren Temperatur des im Licht-Reflex caffeebraunen Wassers des Rio Negro, wie der weißen Wasser des Cassiquiare (stets bedeckter Himmel, Regenmenge, Ausdünstung der dichten Waldungen, Mangel heißer Sandstrecken an den Ufern) s. meine Fluß-Schifffahrt in der Relat. hist. T. II. p. 463 und 509. Im Rio Guancabamba oder Chamaya, welcher nahe bei dem Pongo de Rentema in den Amazonenfluß fällt, habe ich die Temperatur gar nur 19°,8 gefunden, da seine Wasser mit ungeheurer Schnelligkeit aus dem hohen See Simiracha von der Cordillere herabkommen. Auf meiner 42 Tage langen Flußfahrt aufwärts den Magdalenenstrom von Mahates bis Honda habe ich durch mehrfache Beobachtungen deutlichst erkannt, daß ein Steigen des Wasserspiegels Stunden lang durch eine Erniedrigung der Fluß-Temperatur sich vorherverkündigt. Die Erkältung des Stromes tritt früher ein, als die kalten Bergwasser aus den der Quelle nahen Paramos herabkommen. Wärme und Wasser bewegen sich, so zu sagen, in entgegengesetzter Richtung und mit sehr ungleicher Geschwindigkeit. Als bei Badillas die Wasser plötzlich stiegen, sank lange vorher die Temperatur von 27° auf 23°,5. Da bei Nacht, wenn man auf einer niedrigen Sandinsel oder am Ufer mit allem Gepäck gelagert ist, ein schnelles Wachsen des Flusses Gefahr bringen kann, so ist das Auffinden eines Vorzeichens des nahen Flußsteigens (der avenida) von einiger Wichtigkeit. — Ich glaube in diesem Abschnitte von den Thermalquellen auf's neue daran erinnern zu müssen, daß in diesem Werke vom Kosmos, wo nicht das Gegentheil bestimmt ausgedrückt ist, die Thermometer-Grade immer auf die hundertheilige Scale zu beziehen sind.

†) Leopold von Buch, physikalische Beschreibung der canarischen Inseln S. 8; Poggendorff's Annalen Bd. XII. S. 403; Bibliothèque britannique, Sciences et Arts T. XIX. 1802 p. 263; Wahlenberg de Veget et Clim. in Helvetia septentrionali observatis p. LXXVIII. und LXXXIV; derselbe, Flora Carpathica p. XCIV. und in Gilbert's Annalen Bd. XLI. S. 115; Humboldt in den Mém. de la Soc. d'Arcueil T. III. (1817) p. 599.

‡) De Gasparin in der Bibliothèque univers. Sciences et Arts T. XXXVIII. 1828 p. 54, 113 und 264; Mém. de la Société centrale d'Agriculture 1826 p. 178; Schouw, Tableau du Climat et de la Végétation de l'Italie Vol. I. 1839 p. 133—195; Thurmann sur la température des sources de la chaîne du Jura, comparée à celle des sources de la plaine suisse, des Alpes et des Vosges, im Annuaire météorologique de la France pour 1850 p. 258—268. — De Gasparin theilt Europa in Rücksicht auf die Frequenz der Sommer- und Herbst-Regen in zwei sehr contrastirende Regionen. Ein reiches Material ist enthalten in Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. I. S. 448—506. Nach Dove (in Poggend. Ann. Bd. XXXV. S. 276) fallen in Italien „an Orten, denen nördlich eine Gebirgskette liegt, die Maxima der Curven der monatlichen Regenmengen auf März und November; und da, wo das Gebirge südlich liegt, auf April und October.“ Die Gesammtheit der Regen-Verhältnisse der gemäßigten Zone kann unter folgendem allgemeinen Gesichtspunkt zusammengefaßt werden: „In Winter-Regenzeit in den Grenzen der Tropen [illegible]

in geographischer und hypsometrischer Hinsicht, nach Breite und Höhe, in ein helleres Licht gesetzt. Wahlenberg behauptete, daß in sehr hohen Breiten die mittlere Temperatur der veränderlichen Quellen etwas höher als die mittlere Temperatur der Atmosphäre sei; er suchte die Ursach davon nicht in der Trockenheit einer sehr kalten Luft und in dem, dadurch bewirkten, minder häufigen Winter-Regen: sondern in der schützenden, die Wärme-Strahlung des Bodens vermindernden Schneedecke. In denjenigen Theilen des nordasiatischen Flachlandes, in welchen eine ewige Eisschicht oder wenigstens ein mit Eisstücken gemengtes, gefrorenes Schuttland schon in einer Tiefe von wenigen Fußen*) gefunden wird; kann die Quellen-Temperatur nur mit großer Vorsicht zu der Erörterung von Kupffer's wichtiger Theorie der Isogeothermen benutzt werden. Dort entsteht in der oberen Erdschicht eine zwiefache Wärme-Strahlung: eine nach oben gegen den Luftkreis, und eine andere nach unten gegen die Eisschicht hin. Eine lange Reihe schätzbarer Beobachtungen, welche mein Freund und Begleiter, Gustav Rose, auf der sibirischen Expedition in heißem Sommer (oft in noch mit Eis umgebenen Brunnen) zwischen dem Irtysch, Obi und dem caspischen Meere angestellt hat, offenbarten eine große Complication localer Störungen. Diejenigen, welche sich aus ganz anderen Ursachen in der Tropenzone da zeigen, wo Gebirgsquellen auf mächtigen Hochebenen, acht- bis zehntausend Fuß über dem Meere (Micuipampa, Quito, Bogota): oder in schmalen, isolirten Berggipfeln, noch viele tausend Fuß höher, hervorbrechen; umfassen nicht bloß einen weit größeren Theil der Erdoberfläche, sondern leiten auch auf die Betrachtung analoger thermischer Verhältnisse in den Gebirgsländern der gemäßigten Zone.

Vor allem ist es bei diesem wichtigen Gegenstande nothwendig, den Cyclus wirklicher Beobachtungen von den theoretischen Schlüssen zu trennen, welche man darauf gegründet. Was wir suchen, ist, in seiner größten Allgemeinheit ausgesprochen, dreierlei: die Vertheilung der Wärme in der uns zugänglichen Erdrinde, in der Wasserbedeckung (dem Ocean) und der Atmosphäre. In den beiden Umhüllungen des Erdkörpers, der tropfbaren und gasförmigen, herrscht entgegengesetzte Veränderung der Temperatur (Abnahme und Zunahme derselben in den auf einander gelagerten Schichten) in der Richtung der Verticale. In den festen Theilen des Erdkörpers wächst die Temperatur mit der Tiefe; die Veränderung ist in demselben Sinne, wenn gleich in sehr verschiedenem Verhältniß, wie im Luftmeere, dessen Untiefen und Klippen die Hochebenen und vielgestalteten Berggipfel bilden. Durch directe Versuche kennen wir am genauesten die Vertheilung der Wärme im Luftkreise geographisch nach Ortsbestimmung in Breite und Länge, wie nach hypsometrischen Verhältnissen nach Maaßgabe der verticalen Höhe über der Meeresfläche: beides doch fast nur in nahem Contact mit dem festen und tropfbar flüssigen Theile der Oberfläche unseres Planeten. Wissenschaftliche und systematisch angeordnete Untersuchungen durch aerostatische Reisen im freien Luftmeere, außerhalb der zu nahen Einwirkung der Erde, sind bisher noch zu selten, und daher wenig geeignet gewesen, die so nothwendigen numerischen Angaben mittlerer Zustände darzubieten. Für die Abnahme der Wärme in den Tiefen des Oceans fehlt es nicht an Beobachtungen; aber Strömungen, welche Wasser verschiedener Breiten, Tiefen und Dichtigkeiten herbeiführen, erschweren fast noch mehr als Strömungen in der Atmosphäre die Erlangung allgemeiner Resultate. Wir haben die thermischen Zustände der beiden Umhüllungen unseres Planeten, welche weiter unten einzeln behandelt werden, hier nur vorläufig deshalb berührt, um den Einfluß der verticalen Wärme-Vertheilung in der festen Erdrinde, das System der Geo-Isother-

---

weiter wir uns von diesen entfernen, immer mehr in zwei, durch schwächere Niederschläge verbundene Maxima aus einander, welche in Deutschland in einem Sommer-Maximum wieder zusammenfallen; wo also temporäre Regenlosigkeit vollkommen aufhört." Vgl. den Abschnitt Geothermik in dem vortrefflichen Lehrbuche der Geognosie von Naumann Bd. I. (1850) S. 41—73.

*) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 660.

men, nicht allzu isolirt, sondern als einen Theil der alles durchdringenden Wärme-Bewegung, einer ächt kosmischen Thätigkeit, zu betrachten.

So vielfach belehrend auch die Beobachtungen über die ungleiche Temperatur-Abnahme der nicht mit den Jahreszeiten veränderlichen Quellen bei zunehmender Höhe des Punktes ihres Ausbruchs ist; so kann das locale Gesetz solcher abnehmenden Temperatur der Quellen doch nicht, wie oft geschieht, unbedingt als ein allgemeines geothermisches Gesetz betrachtet werden. Wenn man gewiß wäre, daß Wasser auf einer horizontalen Schicht in großer Erstreckung ungemischt fortliefen, so würde man allerdings glauben können, daß sie allmälig die Temperatur des Festen angenommen haben; aber in dem großen Spaltengewebe der gehobenen Massen kann dieser Fall nur selten vorkommen. Kältere, höhere Wasser vermischen sich mit dem unteren. Unser Bergbau, so geringe Räume er auch der Tiefe nach umfaßt, ist sehr belehrend in dieser Hinsicht; aber unmittelbar würde man nur dann zur Kenntniß der Geo-Isothermen gelangen, wenn nach Boussingault's Methode *) unterhalb der Tiefe, in welcher sich noch die Einflüsse der Temperatur-Veränderungen des nahen Luftkreises äußern, Thermometer in sehr verschiedenen Höhen über dem Meere eingegraben würden. Vom 45sten Grad der Breite bis zu den dem Aequator nahen Theilen der Tropengegend nimmt die Tiefe, in der die invariable Erdschicht beginnt, von 60 bis 1½ oder 2 Fuß ab. Das Eingraben der Geothermometer in geringen Tiefen, um zur Kenntniß der mittleren Erd-Temperatur zu gelangen, ist demnach nur zwischen den Wendekreisen oder in der subtropischen Zone leicht ausführbar. Das vortreffliche Hülfsmittel der arteſischen Brunnen, die eine Wärme-Zunahme von 1° des hunderttheiligen Thermometers für jede 91 bis 99 Fuß in absoluten Tiefen von 700 bis 2200 Fuß angezeigt haben, ist bisher dem Physiker nur in Gegenden von nicht viel mehr als 1500 Fuß Höhe über dem Meeresspiegel dargeboten worden. †) Grubenbaue der Menschen auf Silbererz habe ich in der Andeskette 6° 45′ südlich vom Aequator in fast 12400 Fuß Höhe besucht, und die Temperatur der dort aus den Gesteinklüften des Kalksteins andringenden Bergwasser zu 11°, 3 gefunden. ‡) Die Wasser, welche in den Bädern des Inca Tupac Yupanqui gewärmt wurden, auf dem Rücken der Andes (Paso del Assuay), kommen wahrscheinlich aus Quellen der Ladera de Cadlud: wo ich den Weg, neben welchem auch die alte peruanische Kunststraße fortlief, barometrisch zu 14568 Fuß Höhe (fast zu der des Montblanc) gefunden habe. ||) Das sind die höchsten Punkte, an denen ich in Südamerika Quellwasser beobachten konnte. In Europa haben in den östlichen Alpen die Gebrüder Schlagintweit auf 8860 Fuß Höhe Stollenwasser in der Goldzeche, und kleine Quellen nahe bei dem Stollen-Mundloche von nur 0°, 8 Wärme gemessen §): fern von allem Schnee und allem Gletscher-Eise. Die letzten Höhengrenzen der Quellen sind sehr verschieden nach Maaßgabe der geographischen Breiten, der Höhe der Schneelinie und des Verhältnisses der höchsten Gipfel zu den Gebirgstämmen und Hochebenen.

Nähme der Halbmesser des Planeten um die Höhe des Himalaya im Kintschindjunga, also gleichmäßig in der ganzen Oberfläche um 26436 Fuß (1,16 geogr. Meilen) zu; so würde bei dieser geringen Vermehrung von nur $^1/_{80}$ des Erdhalbmessers (nach Fourier's analytischer Theorie) die Wärme, in der durch Strahlung erkalteten Oberfläche, in der oberen Erdrinde fast ganz die sein, welche sie jetzt ist. Erheben sich aber einzelne Theile der Oberfläche in Bergketten und schmalen Gipfeln, wie Klippen auf dem Boden des Luftmeeres; so entsteht in dem Inneren der gehobenen Erdschichten von unten nach oben eine Wärme-Abnahme, die modificirt wird durch den Contact mit Luftschichten verschiedener

*) Vergl. Kosmos 1. Buch S. 89; 4. Buch S. 657 Anm. f.

†) Kosmos 4. Buch S. 656.

‡) Mina de Guadalupe, eine der Minas de Chota, a. a. O. S. 657.

||) Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 323.)

§) Bergwerk auf der großen Fleiß im Moll-Thale der Tauern; s. Hermann und Adolph Schlagintweit, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen 1850 S. 242—273.

Temperatur, durch die Wärme-Capacität und das Wärme-Leitungsvermögen heterogener Gebirgsarten, durch die Insolation (Besonnung) der mit Wald bedeckten Gipfel und Gehänge; durch die größere und geringere Wärme-Strahlung der Berge nach Maaßgabe ihrer Gestaltung (Reliefform), ihrer Mächtigkeit (in großen Massen) oder ihrer conischen und pyramidalen Schmalheit. Die specielle Höhe der Wolkenregion, die Schnee- und Eisdecken bei verschiedener Höhe der Schneegrenze, die Frequenz der nach den Tageszeiten längs den steilen Abhängen herabkommenden erkaltenden Luftströmungen verändern den Effect der Erdstrahlung. Je nachdem sich die, gleich Zapfen emporstrebenden Gipfel erkälten, entsteht im Inneren eine nach Gleichgewicht strebende, aber dasselbe nie erreichende schwache Wärme-Strömung von unten nach oben. Die Erkennung so vieler auf die verticale Wärme-Vertheilung wirkender Factoren leitet zu wohlbegründeten Vermuthungen über den Zusammenhang verwickelter localer Erscheinungen, aber sie leitet nicht zu unmittelbaren numerischen Bestimmungen. Bei den Gebirgsquellen (und die höheren, für die Gemsjäger wichtig, werden sorgsam aufgesucht) bleibt so oft der Zweifel, daß sie mit Wassern gemischt sind, welche niedersinkend die kältere Temperatur oberer, aber gehoben, aufsteigend, die wärmere Temperatur tieferer Schichten hinzuführen. Aus 19 Quellen, die Wahlenberg beobachtete, zieht Kämtz den Schluß, daß man sich in den Alpen 900 bis 960 Fuß erheben müsse, um die Quellen-Temperatur um 1° sinken zu sehen. Eine größere Zahl, mit mehr Vorsicht ausgewählter Beobachtungen von Hermann und Adolph Schlagintweit in den östlichen kärnthner und westlichen schweizer Alpen am Monte Rosa geben nur 720 Fuß. Nach der großen Arbeit*) dieser vortrefflichen Beobachter ist „die Abnahme der Quellen-Temperatur jedenfalls etwas langsamer als jene der mittleren Jahres-Temperatur der Luft, welche in den Alpen 540 Fuß für 1° beträgt. Die Quellen sind dort im allgemeinen in gleichem Niveau wärmer als die mittlere Luft-Temperatur; und der Unterschied zwischen Luft- und Quellenwärme wächst mit der Höhe. Die Temperatur des Bodens ist bei gleicher Höhe nicht dieselbe in dem ganzen Alpenzuge, da die isothermen Flächen, welche die Punkte gleicher mittlerer Quellenwärme verbinden, sich um so mehr über das Niveau des Meeres erheben, abgesehen von dem Einfluß der geographischen Breite, je bedeutender die mittlere Anschwellung des umgebenden Bodens ist: alles nach den Gesetzen der Vertheilung der Wärme in einem festen Körper von wechselnder Dicke, mit welchem man das Relief (die Massen-Erhebung) der Alpen vergleichen kann."

In der Andeskette, und gerade in dem vulkanischen Theile derselben, welcher die größten Erhebungen darbietet, kann in einzelnen Fällen das Eingraben von Thermometern durch den Einfluß localer Verhältnisse zu täuschenden Resultaten führen. Nach der früher von mir gefaßten Meinung, daß weitgesehene schwarze Felsgrate, welche die Schneeregion durchsetzen, nicht immer bloß der Configuration und Steilheit ihrer Seitenwände, sondern anderen Ursachen ihren gänzlichen Mangel von Schnee verdanken: grub ich am Chimborazo in einer Höhe von 17160 Fuß, also 3350 Fuß über der Gipfelhöhe des Montblanc, eine Thermometer-Kugel nur drei Zoll in den Sand, der die Kluft in einem Grate füllte. Das Thermometer zeigte anhaltend 5°,8, während die Luft nur 2°,7 über dem Gefrierpunkt war. Das Resultat dieser Beobachtung hat einige Wichtigkeit: denn bereits 2400 Fuß tiefer, an der unteren Grenze des ewigen Schnees der Vulkane von Quito, ist nach vielen von Bonssingault und mir gesammelten Beobachtungen die mittlere Wärme der Atmosphäre nicht höher als 1°,6. Die Erd-Temperatur von 5°,8 muß daher der unterirdischen Wärme des Dolerit-Gebirges: ich sage nicht der ganzen Masse, sondern den in derselben aus der Tiefe aufsteigenden Luftströmen, zugeschrieben werden. Am Fuß des Chimborazo, in 8900 Fuß Höhe, gegen das Dörfchen Calpi hin, liegt ohnedies ein kleiner

*) Hermann und Adolph Schlagintweit in ihrer Schrift: Monte Rosa 1853 Cap. VI. S. 213—221.

Ausbruch-Krater, Yana-Urcu, der, wie auch sein schwarzes, schlackenartiges Gestein (Augit-Porphyr) bezeugt, in der Mitte des 15ten Jahrhunderts scheint thätig gewesen zu sein.*)

Die Dürre der Ebene, aus welcher der Chimborazo aufsteigt, und der unterirdische Bach, den man unter dem eben genannten vulkanischen Hügel Yana-Urcu rauschen hört, haben zu sehr verschiedenen Zeiten Boussingault und mich†) zu der Betrachtung geführt, daß die Wasser, welche die ungeheuren, an ihrer unteren Grenze schmelzenden Schneemassen täglich erzeugen, auf den Klüften und Weitungen der gehobenen Vulkane in die Tiefe versinken. Diese Wasser bringen perpetuirlich eine Erkaltung in den Schichten hervor, durch die sie herabstürzen. Ohne sie würden die ganzen Dolerit- und Trachytberge auch in Zeiten, die keinen nahen Ausbruch verkünden, in ihrem Inneren eine noch höhere Temperatur aus dem ewig wirkenden, vielleicht aber nicht unter allen Breitengraden in gleicher Tiefe liegenden, vulkanischen Urquell annehmen. So ist im Wechselkampfe der Erwärmungs- und Erkältungs-Ursachen ein stetes Fluthen der Wärme auf- und abwärts: vorzugsweise da anzunehmen, wo zapfenartig feste Theile in den Luftkreis aufsteigen.

Gebirge und hohe Gipfel sind aber dem Areal nach, das sie umfassen, ein sehr kleines Phänomen in der Relief-Gestaltung der Continente; und dazu sind fast ⅔ der ganzen Erdoberfläche (nach dem jetzigen Zustande geographischer Entdeckungen in den Polargegenden beider Hemisphären kann man das Verhältniß von Meer und Land wohl wie 8 : 3 annehmen) Meeresgrund. Dieser ist unmittelbar mit Wasserschichten in Contact: die, schwach gesalzen und nach dem Maximum ihrer Dichtigkeiten (bei 3°,94) sich lagernd, eine eisige Kälte haben. Genaue Beobachtungen von Lenz und du Petit Thouars haben gezeigt, daß mitten in den Tropen, wo die Oberfläche des Oceans 26° bis 27° Wärme hat, aus sieben- bis achthundert Faden Tiefe Wasser von 2°½ Temperatur haben heraufgezogen werden können: — Erscheinungen, welche die Existenz von unteren Strömungen aus den Polargegenden offenbaren. Die Folgen dieser suboceanischen constanten Erkaltung des bei weitem größeren Theils der Erdrinde verdienen eine Aufmerksamkeit, die ihnen bisher nicht genugsam geschenkt worden ist. Felsklippen und Inseln von geringem Umfange, welche wie Zapfen aus dem Meeresgrunde über die Oberfläche des Wassers hervortreten; schmale Landengen, wie Panama und Darien, von großen Weltmeeren bespült: müssen eine andere Wärme-Vertheilung in ihren Gesteinschichten darbieten, als Theile von gleichem Umfange und gleicher Masse im Inneren der Continente. In einer sehr hohen Gebirgsinsel ist, der Verticale nach, der unterseeische Theil mit einer Flüssigkeit in Contact, welche von unten nach oben eine wachsende Temperatur hat. Wie aber die Erdschichten in die Atmosphäre, vom Meere unbenetzt, treten, berühren sie unter dem Einfluß der Besonnung und freier Ausstrahlung dunkler Wärme eine gasförmige Flüssigkeit, in welcher die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Aehnliche thermische Verhältnisse von entgegengesetzter Ab- und Zunahme der Temperatur in der Verticale wiederholen sich zwischen zwei großen Binnenmeeren, dem caspischen und dem Aral-See, in dem schmalen Ust-Urt, welcher beide von einander scheidet. Um so verwickelte Phänomene einst aufzuklären, dürfen aber nur solche Mittel angewandt werden, welche, wie Bohrlöcher von großer Tiefe, unmittelbar auf die Kenntniß der inneren Erdwärme leiten; nicht etwa bloß Quellen-Beobachtungen oder die Luft-Temperatur in Höhlen, welche eben so unsichere Resultate geben als die Luft in den Stollen und Weitungen der Bergwerke.

Das Gesetz der zunehmenden und abnehmenden Wärme, wenn man ein niedriges Flachland mit einem prallig viele tausend Fuß aufsteigenden Gebirgsrücken oder Gebirgsplateau vergleicht, hängt nicht einfach von dem verticalen Höhenverhältniß zweier Punkte der Erdoberfläche (in dem Flachlande und auf dem Gebirgsgipfel) ab. Wenn man nach der Vor-

*) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I S. 139 und 147.
†) A. a. O. S. 140 und 203.

aussetzung eines bestimmten Maaßes der Temperatur-Veränderung in einer gewissen Zahl von Fußen von der Ebene aufwärts zum Gipfel oder vom Gipfel abwärts zu der Erdschicht im Inneren der Bergmasse rechnen wollte, welche mit der Oberfläche der Ebene in demselben Niveau liegt; so würde man in dem einen Fall den Gipfel zu kalt, in dem anderen die in dem Inneren des Berges bezeichnete Schicht viel zu heiß finden. Die Vertheilung der Wärme in einem aufsteigenden Gebirge (in einer Undulation der Erdoberfläche) ist abhängig, wie schon oben bemerkt, von Form, Masse und Leitungsfähigkeit; von Insolation und Ausstrahlung der Wärme gegen reine oder mit Wolken erfüllte Luftschichten; von dem Contact und Spiele der auf- und niedersteigenden Luftströmungen. Nach solchen Voraussetzungen müßten bei sehr mäßigen Höhenverschiedenheiten von vier bis fünftausend Fuß Gebirgsquellen sehr häufig sein, deren Temperatur die mittlere Temperatur des Orts um 40 bis 50 Grad überstiege; wie würde es vollends sein am Fuß von Gebirgen unter den Tropen, die bei 14000 Fuß Erhebung noch frei vom ewigen Schnee sind, und oft keine vulkanische Gebirgsart, sondern nur Gneiß und Glimmerschiefer zeigen! *) Der große Mathematiker Fourier, angeregt durch die Topographie des Ausbruchs vom Jorullo, in einer Ebene, wo viele hundert Quadratmeilen umher keine ungewöhnliche Erdwärme zu spüren war, hat, auf meine Bitte, sich noch in dem Jahre vor seinem Tode mit theoretischen Untersuchungen über die Frage beschäftigt: wie bei Berg-Erhebungen und veränderter Oberfläche der Erde die isothermen Flächen sich mit der neuen Form des Bettes in Gleichgewicht setzen. Die Seitenstrahlung von Schichten, welche in gleichem Niveau, aber ungleich bedeckt liegen, spielt dabei eine wichtigere Rolle als da, wo Schichtung bemerkbar ist, die Aufrichtung (Inclination) der Absonderungs-Flächen des Gesteins.

Wie die heißen Quellen in der Umgegend des alten Carthago, wahrscheinlich die Thermalquellen von Pertusa (aquae calidae von Hammam el-Enf) den Bischof Patricius, den Märtyrer, auf die richtige Ansicht über die Ursach der höheren oder niedrigeren Temperatur der aufsprudelnden Wasser leiteten, habe ich schon an einem anderen Orte †) erzählt. Als nämlich der Proconsul Julius den angeklagten Bischof spöttisch durch die Frage verwirren wollte: "quo auctore fervens haec aqua tantum ebulliat?" entwickelte Patricius seine Theorie der Centralwärme: „welche die Feuerausbrüche des Aetna und des Vesuvs veranlaßt, und den Quellen um so mehr Wärme mittheilt, als sie einen tieferen Ursprung haben." Platons Pyriphlegethon war dem eruditen Bischof die Hölle der Sündigen; und, als wollte er dabei auch an eine der kalten Höllen der Buddhisten erinnern, wird noch, etwas unphysikalisch, für das nunquam finiendum supplicium impiorum, trotz der Tiefe, eine aqua gelidissima concrescens in glaciem angenommen.

*) Ich weiche hier von der Meinung eines mir sehr befreundeten und um die tellurische Wärme-Vertheilung höchst verdienten Physikers ab. S. über die Ursach der warmen Quellen von Leuk und Warmbrunn Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie Bd. I. S. 127—133.

†) S. über diese, von Dureau de la Malle aufgefundene Stelle Kosmos 1. Buch S. 115 und 116 Anm. *. "Est autem," sagt der heil. Patricius, "et supra firmamentum caeli, et *subter* terram ignis atque aqua; et quae supra terram est aqua, coacta in unum, appellationem marium: quae vero infra, abyssorum suscepit; ex quibus ad generis humani usus in terram velut siphones quidam emittuntur et scaturiunt. Ex iisdem quoque et thermae exsistunt: quarum quae ob igne absunt longius, provida boni Dei erga nos mente, *frigidiores;* quae vero *propius* admodum, *ferventes* fluunt. In quibusdam etiam locis et tepidae aquae reperiuntur, prout majore ab igne intervallo sunt disjunctae." So lauten die Worte in der Sammlung: Acta primorum Martyrum opera et studio Theodorici Ruinart, ed. 2 Amstelaedami 1713 fol. p. 555. Nach einem andern Berichte (A. S. Mazochii in vetus marmoreum sanctae Neapolitanae Ecclesiae Kalendarium commentarii Vol. II Neap. 1744. 4° p. 385) entwickelte der heil. Patricius vor dem Julius Consularis obengenannten dieselbe Theorie der Erdwärme; aber an dem Ende der Rede ist die kalte Hölle deutlicher bezeichnet: Aquae longius ab igne subterraneo absunt, Dei optimi providentia, frigidiores erumpunt. At quae propiores igni sunt, ab eo fervefactae, [illegible] calore praeditae promuntur foras. Sunt et [illegible] tepidae, quippe non parum sed longiuscule ab igne remotae. Atqui ille infernus ignis impiorum est animarum carnificina; non secus ac subterraneus frigidissimus gurges, in glaciei gelidae [illegible] tus, qui Tartarus nuncupatur. — Der arabische Name hammâm el-enf bedeutet: Nasenbänder: und ist, wie schon Temple bemerkt hat, von der Gestalt eines benachbarten Vorgebirges hergenommen: nicht von einer günstigen Einwirkung, welche dieses Thermalwasser auf Krankheiten der Nase ausübte. Der arabische Name ist von den Berichterstattern mannigfach verändert worden: hammam l'Enf oder Lif, Hammamelif (Desfontaines), la Mamelif (Desfontaines). Vergl. Gumprecht, die Mineralquellen auf dem Festlande von Afrika (1849) S. 140—144.

Unter den heißen Quellen sind die, welche, der Siedhitze des Wassers nahe, eine Temperatur bis 90° erreichen, viel seltener, als man nach ungenauen Bestimmungen gewöhnlich annimmt; am wenigsten finden sie sich in der Umgebung noch thätiger Vulkane. Mir ist es geglückt, auf meiner amerikanischen Reise zwei der wichtigsten dieser Quellen zu untersuchen, beide zwischen den Wendekreisen. In Mexico unfern der reichen Silberbergwerke von Guanaxuato, in 21° nördlicher Breite, auf einer Höhe von mehr als 6000 Fuß über der Meeresfläche, bei Chichimequillo *), entquellen die Aguas de Comangillas einem Basalt- und Basaltbreccien-Gebirge. Ich fand sie im September 1803 zu 96°,4. Diese Basaltmasse hat einen säulenförmigen Porphyr gangartig durchbrochen, der selbst wieder auf einem weißen, quarzreichen Syenit ruht. Höher, aber nicht fern von dieser, fast siedenden Quelle, bei los Joares, nördlich von Santa Rosa de la Sierra, fällt Schnee vom December bis April schon in 8160 Fuß Höhe; auch bereiten dort die Eingeborenen das ganze Jahr hindurch Eis durch Ausstrahlung in künstlichen Bassins. Auf dem Wege von Nueva Valencia, in den Valles de Aragua, nach dem Hafen von Portocabello (ohngefähr in 10°¼ Breite), am nördlichen Abfall der Küstenkette von Venezuela, sah ich einem geschichteten Granit, welcher gar nicht in Gneiß übergeht, die aguas calientes de las Trincheras entquellen. Ich fand †) die Quelle im Februar 1800 zu 90°,3, während die, dem Gneiß angehörigen Baños de Mariara in den Vallos de Aragua 59°,3 zeigten. Drei-und-zwanzig Jahre später, wieder im Monat Februar, fanden Boussingault und Rivero ‡) sehr genau in Mariara 64°,0; in las Trincheras de Portocabello, bei geringer Höhe über dem antillischen Meere: in Einem Bassin 92°,2, in dem anderen 97°,0. Die Wärme jener heißen Quellen war also in der kurzen Zwischenzeit beider Reisen ungleich gestiegen: in Mariara um 4°,7; in las Trincheras um 6°,7. Boussingault hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß eben in der bezeichneten Zwischenzeit das furchtbare Erdbeben statt fand, welches die Stadt Caracas am 26. März 1812 umstürzte: Die Erschütterung an der Oberfläche war zwar weniger stark in der Gegend des Sees von Tacarigua (Nueva Valencia); aber kann im Inneren der Erde, wo elastische Dämpfe auf Spalten wirken, eine sich so weit und gewaltsam fortpflanzende Bewegung nicht leicht das Spaltengewebe ändern und tiefere Zuführungs-Canäle öffnen? Die, aus einer Granit-Formation aufsteigenden, heißen Wasser de las Trincheras sind fast rein, da sie nur Spuren von Kieselsäure, etwas Schwefel-Wasserstoff-Säure und Stickstoff enthalten; sie bilden nach vielen, sehr malerischen Cascaden, von einer üppigen Vegetation umgeben, einen Fluß: Rio de Aguas calientes, welcher gegen die Küste hin voll großer Crocodile ist, denen die, abwärts schon bedeutend verminderte Wärme sehr behagt. Im nördlichsten Indien entspringt ebenfalls aus Granit (Br. 30° 52′) die sehr heiße Quelle von Jumnotri, die 90° (194° Fahr.) erreicht und, da sie diese hohe Temperatur in einer Erhebung von 10180 Fuß offenbart, fast den Siedepunkt erreicht, welcher diesem Luftdruck ||) angehört.

Unter den intermittirenden heißen Quellen haben die isländischen Kochbrunnen, und unter diesen besonders der Große Geysir und Strokkr, mit Recht die größte Berühmtheit erlangt. Nach den vortrefflichen neuesten Untersuchungen von Bunsen, Sartorius von Waltershausen und Descloiseaux nimmt in den Wasserstrahlen beider die Temperatur von unten nach oben auf eine merkwürdige Weise ab. Der Geysir besitzt einen, von horizontalen Schichten Kieselsinters gebildeten, abgestumpften Kegel von 25 bis

*) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne, 2me éd. T. III. (1827) p. 190.

†) Relat. hist. du Voyage aux Régions équinox. T. II. p. 98; Kosmos I. Buch S. 230. Die heißen Quellen von Carlsbad verdanken ihren Ursprung auch dem Granit; Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 636: ganz wie die von Joseph Hooker besuchten heißen Quellen von Monan in Tibet, die 15000 Fuß hoch über dem Meere mit 40° Wärme ausbrechen, nahe bei Changokhang (Himalayan Journals Vol. II. p. 133).

‡) Boussingault, Considérations sur les eaux thermales des Cordillères, in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 188—199.

||) Captain Hawkyard on the temperature of the wells and rivers in India and Egypt (in den Philos. Transact. for 1845 P. I. p. 73).

30 Fuß Höhe. In diesen Kegel versenkt sich ein flaches Becken von 52 Fuß Durchmesser, in dessen Mitte das Rohr des Kochbrunnens, mit einem dreimal kleineren Durchmesser, von senkrechten Wänden umgeben, 70 Fuß in die Tiefe hinabgeht. Die Temperatur des Wassers, welches ununterbrochen das Becken füllt, ist 82°. In sehr regelmäßigen Zwischenräumen von 1 Stunde und 20 bis 30 Minuten verkündigt der Donner in der Tiefe den Anfang der Eruption. Die Wasserstrahlen von 9 Fuß Dicke, deren etwa drei rasch einander folgen, erreichen 100, ja bisweilen 140 Fuß Höhe. Die Temperatur des in der Röhre aufsteigenden Wassers hat man in 68 Fuß Tiefe: kurz vor dem Ausbruch zu 127°, während desselben zu 124°,2, gleich nachher zu 122° gefunden; an der Oberfläche des Beckens nur zu 84°—85°. Der Strokkr, welcher ebenfalls am Fuß des Bjarnafell liegt, hat eine geringere Wassermasse als der Geysir. Der Sinter-Rand seines Beckens ist nur wenige Zoll hoch und breit. Die Eruptionen sind häufiger als beim Geysir, kündigen sich aber nicht durch unterirdischen Donner an. Im Strokkr ist beim Ausbruch die Temperatur in 40 Fuß Tiefe 113°—115°, an der Oberfläche fast 100°. Die Eruptionen der intermittirenden Kochquellen und die kleinen Veränderungen in dem Typus der Erscheinungen sind von den Eruptionen des Hekla ganz unabhängig, und keineswegs durch diese in den Jahren 1845 und 1846 gestört worden. *) Bunsen hat mit dem ihm eigenen Scharfsinn in Beobachtung und Discussion die früheren Hypothesen über die Periodicität der Geysir-Eruptionen (unterirdische Höhlen, welche als Dampfkessel sich bald mit Dämpfen, bald mit Wasser erfüllen) widerlegt. Die Ausbrüche entstehen nach ihm dadurch, daß ein Theil einer Wassersäule, die an einem tieferen Punkte unter großem Druck angehäufter Dämpfe einen hohen Grad der Temperatur angenommen hat, aufwärts gedrängt wird, und dadurch unter einen Druck gelangt, welcher seiner Temperatur nicht entspricht. So sind „die Geysir natürliche Collectoren der Dampfkraft."

Von den heißen Quellen sind einige wenige der absoluten Reinheit nahe, andere enthalten zugleich Lösungen von 8 bis 12 festen oder gasartigen Stoffen. Zu den ersteren gehören die Heilquellen von Luxueil, Pfeffers und Gastein: deren Art der Wirksamkeit wegen ihrer Reinheit †) so räthselhaft scheinen kann. Da alle Quellen hauptsächlich durch Meteorwasser gespeist werden, so enthalten sie Stickstoff: wie Boussingault in der, dem Granit entströmenden, sehr reinen ‡) Quelle in las Trincheras de Portocabello, und Bunsen ||) in der Cornelius-Quelle zu Aachen und in dem isländischen Geysir erwiesen haben. Auch die in mehreren Quellen aufgelöste organische Materie ist stickstoffhaltig, ist bisweilen bituminös. So lange man noch nicht durch Gay-Lussac's und meine Versuche wußte, daß Regen- und Schneewasser (das erstere 10, das zweite wenigstens 8 Procent) mehr Sauerstoff als die Atmosphäre enthalten; wurde es sehr auffallend gefunden, daß die

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island, mit besonderer Rücksicht auf vulkanische Erscheinungen, 1847 S. 128—132; Bunsen und Descloiseaux in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 935; Bunsen in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. LXII. 1847 S. 27—45. Schon Lottin und Robert hatten ergründet, daß die Temperatur des Wasserstrahls im Geysir von unten nach oben abnehme. Unter den 40 kieselhaltigen Sprudelquellen, welche dem Großen Geysir und Strokkr nahe liegen, führt eine den Namen des Kleinen Geysirs. Ihr Wasserstrahl erhebt sich nur zu 20 bis 30 Fuß. Das Wort Kochbrunnen ist dem Worte Geysir nachgebildet, das mit dem isländischen giosa (kochen) zusammenhangen soll. Auch auf dem Hochlande von Tibet findet sich nach dem Bericht von Csoma de Körös bei dem Alpensee Mapham ein Geyser, welcher 12 Fuß hoch speit.

†) In 1000 Theilen findet in den Quellen von Gastein Trommsdorf nur 0,303; Löwig in Pfeffers 0,291; Longchamp in Luxeuil nur 0,236 fixe Bestandtheile, wenn dagegen in 1000 Theilen des gemeinen Trinkwassers in Bern 0,478; im Carlsbader Sprudel 5,05, in Wiesbaden gar 7,454 gefunden werden. Statist. physikalische Geographie und Geologie, 2te Ausg. 1845. Cap. I. S. 92.

‡) "Les eaux chaudes qui sourdent du granite de la Cordillère du littoral (de Venezuela), sont presque pures; elles ne renferment qu'une petite quantité de *silice* en dissolution, et du gaz acide hydrosulfurique mêlé d'un peu de *gaz azote*. Leur composition est indentique avec celle qui résulterait de l'action de l'eau sur le sulfure de silicium." (Ann. de Chimie et de Phys. T. LII. 1833 p. 189.) Über die große Menge von Stickstoff, die der warme Quell von Orense (68°) beigemischt ist, s. Mariz Ferrer, Tratado de las Fuentes minerales de España 1804 p. 331.

||) Sartorius von Waltershausen, Skizze von Island S. 125.

Quellen von Nocera in den Apenninen ein sauerstoffreiches Gas-Gemisch entwickeln zu können. Die Analysen, welche Gay-Lussac während unseres Aufenthalts an dieser Gebirgsquelle gemacht, haben gezeigt, daß sie nur so viel Sauerstoff enthält, als ihr die Hydrometeore*) haben geben können. Wenn die Kiesel-Ablagerungen als Baumaterial in Verwunderung setzen, aus denen die Natur die, wie aus Kunst geschaffenen Geysir-Apparate zusammengesetzt; so ist dabei in Erinnerung zu bringen, daß Kieselsäure auch in vielen kalten Quellen, welche einen sehr geringen Antheil von Kohlensäure enthalten, verbreitet ist.

Säuerlinge und Ausströmungen von kohlensaurem Gas, die man lange Ablangerungen von Steinkohlen und Ligniten zuschrieb, scheinen vielmehr ganz den Processen tiefer vulkanischer Thätigkeit anzugehören: einer Thätigkeit, welche allverbreitet ist, und sich daher nicht bloß da äußert, wo vulkanische Gebirgsarten das Dasein alter localer Feuerausbrüche bezeugen. Kohlensäure-Ausströmungen überdauern allerdings in erloschenen Vulkanen die plutonischen Catastropen am längsten; sie folgen dem Stadium der Solfataren-Thätigkeit: während aber auch überreiche, mit Kohlensäure geschwängerte Wasser von der verschiedensten Temperatur aus Granit, Gneiß, alten und neuen Flözgebirgen ausbrechen. Säuerlinge schwängern sich mit kohlensauren Alkalien, besonders mit kohlensaurem Natron, überall, wo mit Kohlensäure geschwängerte Wasser auf Gebirgsarten wirken, welche alkalische Silicate enthalten. †) Im nördlichen Deutschland ist bei vielen der kohlensauren Wasser- und Gasquellen noch die Dislocation der Schichten, und das Ausbrechen in meist geschlossenen Ringthälern (Pyrmont, Driburg) besonders auffallend. Friedrich Hoffmann und Buckland haben solche Vertiefungen fast zugleich sehr charakteristisch Erhebungs-Thäler (valleys of elevation) genannt.

In den Quellen, die man mit dem Namen Schwefelwasser belegt, tritt der Schwefel keineswegs immer in denselben Verbindungen auf. In vielen, die kein kohlensaures Natron enthalten, ist wahrscheinlich Schwefel-Wasserstoff aufgelöst; in anderen, z. B. in den Schwefelwassern von Aachen (Kaiser-, Cornelius-, Rosen- und Quirinus-Quelle), ist in den Gasen, welche man durch Auskochen, bei Luft-Abschluß, erhält, nach den genauen Versuchen von Bunsen und Liebig gar kein Schwefel-Wasserstoff enthalten; ja in den aus den Quellen von selbst aufsteigenden Gasblasen enthält allein die Kaiserquelle in 100 Maaß 0,31 Schwefel-Wasserstoff. ‡)

Eine Therme, die einen ganzen Fluß schwefel-gesäuerten Wassers, den Essig-Fluß (Rio Vinagre), von den Eingebornen Pusambio genannt, erzeugt, ist eine merkwürdige Erscheinung, die ich zuerst bekannt gemacht habe. Der Rio Vinagre entspringt ohngefähr in 10000 Fuß Höhe am nordwestlichen Abfall des Vulkans von Purace, an dessen Fuß die Stadt Popyan liegt. Er bildet 3 malerische Cascaden ||): von denen ich die eine, welche an einer steilen Trachytwand senkrecht wohl 300 Fuß herabstürzt, abgebildet habe. Von dem Punkte an, wo der kleine Fluß in den Cauca einmündet, nährt dieser große Strom 2 bis 3 Meilen abwärts bis zu den Einmündungen des Pindamon und Palacé keine Fische: ein großes Uebel für die streng fastenden Einwohner von Popayan! Die

---

*) Der ausgezeichnete Chemiker Morechini zu Rom hatte den Sauerstoff, welcher in der Quelle von Nocera (2100 Fuß über dem Meere liegend) enthalten ist, zu 0,40 angegeben; Gay-Lussac fand die Sauerstoff-Menge (26. Sept. 1805) genau nur 0,299. In den Meteorwassern (Regen) hatten wir früher 0,31 Sauerstoff gefunden. — Vergl. über das den Säuerlingen von Neris und Bourbon l'Archambault beigemischte Stickstoffgas die älteren Arbeiten von Anglade und Longchamp (1834), und über Kohlensäure-Exhalationen im allgemeinen Bischof's vortreffliche Untersuchungen in seiner chemischen Geologie Bd. I. S. 243—350.

†) Bunsen in Poggendorff's Annalen Bd. 63, S. 257; Bischof, Geologie Bd. I. S. 271.

‡) Liebig und Bunsen, Untersuchung der Aachener Schwefelquellen, in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 79. (1851) S. 101. In den chemischen Analysen von Mineralquellen, die Schwefel-Natrium enthalten, werden oft kohlensaures Natron und Schwefel-Wasserstoff aufgeführt, indem in denselben Wassern überschüssige Kohlensäure vorhanden ist.

||) Eine dieser Cascaden ist abgebildet in meinen Vues des Cordillères Pl. XXX. Ueber die Analyse der Wasser des Rio Vinagre s. Boussingault in den Annales de Chimie et de Physie 2e Série T. LII. 1833 p. 397, und eben daselbst Dumas, 6me Série T. XVIII. 1846 p. 503; über die Quelle im Paramo de Ruiz Joaquin Acosta, Viajes científicos á los Andes ecuatoriales 1840 p. 89.

Waſſer des Puſambio enthalten nach Bouſſingault's ſpäterer Analyſe eine große Menge Schwefel-Waſſerſtoff und Kohlenſäure, auch etwas ſchwefelſaures Natron. Nahe an der Quelle fand Bouſſingault 72°,8 Wärme. Der obere Theil des Puſambio iſt unterirdiſch. Im Paramo de Ruiz, am Abhange des Vulkans deſſelben Namens, an den Quellen des Rio Guali, in 11400 Fuß Höhe, hat Degenhardt (aus Clausthal am Harze), der bald der Geogneſie durch einen frühen Tod entriſſen wurde, eine heiße Quelle 1846 entdeckt, deren Waſſer Bouſſingault dreimal ſo viel Schwefelſäure als im Rio Vinagre fand.

Das Gleichbleiben der Temperatur und der chemiſchen Beſchaffenheit der Quellen, ſo weit man durch ſichere Beobachtungen hinaufreichen kann, iſt noch um vieles merkwürdiger als die Veränderlichkeit*), die man hier und da ergründet hat. Die heißen Quellwaſſer, welche, auf ihrem langen und verwickelten Laufe, aus den Gebirgsarten, die ſie berühren, ſo vielerlei Beſtandtheile **aufnehmen**, und dieſe oft dahin führen, wo ſie den Erdſchichten mangeln, aus denen ſie ausbrechen; haben auch noch eine ganz andere Wichtigkeit. Sie üben eine umändernde und zugleich eine ſchaffende Thätigkeit aus. In dieſer Hinſicht ſind ſie von großer **geognoſtiſcher** Wichtigkeit. **Senarmont** hat mit bewundernswürdigem Scharfſinn gezeigt, wie höchſt wahrſcheinlich viele **Gangſpalten** (alſo auch der Thermalwaſſer) durch Ablagerung der aufgelöſten Elemente von unten auf nach oben ausgefüllt worden ſind. Durch Druck- und Temperatur-Veränderungen, innere chemiſche Proceſſe und ſpecifiſche Anziehung der Seitenwände (des Quergeſteins) ſind in Spalten und Blaſenräumen bald lamellare Abſonderungen, bald Concretions-Bildungen entſtanden. Gangdrufen und poröſe Mandelſteine ſcheinen ſich ſo theilweiſe gebildet zu haben. Wo die Ablagerung der Gangmaſſe in parallelen Zonen vorgegangen iſt, entſprechen ſich dieſe Zonen ihrer Beſchaffenheit nach meiſt ſymmetriſch, von beiden **Salbändern** im Hangenden und Liegenden an gerechnet. Senarmont's chemiſcher Erfindungsgabe iſt es gelungen, eine beträchtliche Zahl von Mineralien auf ganz analogen, ſpecifiſchen Wegen künſtlich darzuſtellen.†)

---

*) Die Beiſpiele veränderter Temperatur in den Thermen von Mariara und las Trincheras leiten auf die Frage: ob das Styx-Waſſer, deſſen ſo ſchwer zugängliche Quelle in dem wilden arcadiſchen Alpengebirge Arkadiens bei Nonakris, im Stadtgebiete von Pyeneos, liegt, durch Veränderung in den unterirdiſchen **Zuleitungs-Spalten** ſeine ſchädliche Eigenſchaft eingebüßt hat? oder ob die Waſſer der Styx nur bisweilen dem Wanderer durch ihre eiſige Kälte ſchädlich geweſen ſind? Vielleicht verdanken ſie ihren, noch auf die jetzigen Bewohner Arkadiens übergegangenen, böſen Ruf nur der ſchauerlichen Wildheit und Oede der Gegend, wie der Mythe des Urſprungs aus dem Tartarus. Einem jungen kenntnißvollen Philologen, Theodor Schwab, iſt vor wenigen Jahren gelungen, mit vieler Anſtrengung bis an die Felswand vorzudringen, wo die Quelle **herabträufelt**: ganz wie Homer, Heſiodus und Herodot ſie bezeichnen. Er hat von dem, überaus kalten und dem Geſchmack nach ſehr reinen, Gebirgswaſſer getrunken, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung zu verſpüren. (Schwab, Arkadien, ſeine Natur und Geſchichte, 1852 S. 15—20.) Im Alterthume wurde behauptet, die Kälte der Styx-Waſſer zerſprenge alle Gefäße, nur den Huf des Eſels nicht. Die Styx-Sagen ſind gewiß uralt, aber die Nachricht von der giftigen Eigenſchaft der Styx-Quelle ſcheint ſich erſt zu den Zeiten des Ariſtoteles recht verbreitet zu haben. Nach einem Zeugniß des Antigonus aus Carystus (Hist. Mirab. § 174) ſoll ſie beſonders umſtändlich in einem für uns verloren gegangenen Buche des Theophraſtus enthalten geweſen ſein. Die verläumderiſche Fabel von der Vergiftung Alexanders durch das Styx-Waſſer, welches Ariſtoteles dem Caſſander durch Antipater habe zukommen laſſen, iſt von Plutarch und Arrian widerlegt; von Vitruvius, Juſtin und Quintus Curtius, doch ohne den Stagiriten zu nennen, verbreitet worden (Stahr, Ariſtotelia Th. I. 1830 S. 137—140). Plinius (XXX, 53) ſagt etwas zweideutig: magna Aristotelis infamia oxeogitatum. Vgl. Curtius, Peloponneſus (1851) Bd. I. S. 194—196 und 212; St. Croix, Examen crit. des anciens historiens d'Alexandre p. 496. Eine Umdeutung des Styx-Falles, aus der Ferne gezogen, enthält Fiedler's Reiſe durch Griechenland Th. I. S. 301.

†) "Des gites métallifères très importants, les plus nombreux peut-être, paraissent s'être formés par voie de dissolution, et les filons cauvrifères n'être autre chose que d'immenses canaux plus ou moins obstrués, parcourus autrefois par des eaux thermales incrustantes. La formation d'un grand nombre de minéraux qu'on rencontre dans ces gîtes ne suppose pas toujours des conditions ou des agents très éloignés des causes actuelles. Les deux éléments principaux des sources thermales les plus répandues, les sulfures et les carbonates alcalins, m'ont suffi pour reproduire artificiellement, par des moyens de synthèse très simples, 29 espèces minérales distinctes, presque toutes cristallisées, appartenant aux métaux natifs (argent, cuivre et arsenic natifs); au quartz, au fer oligiste, au fer, au zinc et manganèse carbonatés; au sulfate de baryte, à la pyrite, malachite, pyrite cuivreuse, au cuivre sulfuré, à l'argent rouge, arsenical et antimonial. On se rapproche le plus possible des procédés de la nature, si l'on arrive à reproduire les minéraux dans leurs conditions d'association possible, au moyen des agens chimiques naturels les plus répandus, et en imitant les phénomènes que nous voyons encore se réaliser dans les foyers où la puissance minérale a concentré les restes de cette activité ancienne

Ein mir nahe befreundeter, wissenschaftlich begabter Beobachter wird, wie ich hoffe, in kurzem eine neue, wichtige Arbeit über die Temperatur-Verhältnisse der Quellen erscheinen lassen; und in derselben, durch Induction aus einer langen Reihe neuer Beobachtungen, das verwickelte Phänomen der Störungen in großer Allgemeinheit mit Scharfsinn behandeln. Eduard Hallmann unterscheidet in den Temperatur-Messungen, welche er während der Jahre 1845 bis 1853 in Deutschland (am Rhein) und in Italien (in der Umgegend von Rom, im Albaner-Gebirge und in den Apenninen) angestellt hat: 1) rein meteorologische Quellen: deren mittlere Wärme nicht durch die innere Erdwärme erhöht ist; 2) meteorologisch-geologische: die, unabhängig von der Regen-Vertheilung und wärmer als die Luft, nur solche Temperatur-Veränderungen erleiden, welche ihnen der Boden mittheilt, durch den sie ausfließen; 3) abnorm kalte Quellen: welche ihre Kälte aus großen Höhen herabbringen.*) Je mehr man in neuerer Zeit durch glückliche

déployait autrefois avec une toute autre énergie." H. de Senarmont, sur la formation des minéraux par la voie humide, in den Annales de Chimie et de Physique, 3ème Série T. PXXII. 1851 p. 234. (Vergl. auch Elie de Beaumont sur les émanations volcaniques et métallifères, im Bulletin de la Société géologique de France, 2de série T. XV. p. 172.)

*) „Um die Abweichungs-Größe der mittleren Quellen-Temperatur von dem Luftmittel zu ergründen, hat Herr Dr. Eduard Hallmann an seinem früheren Wohnorte Marienberg bei Boppard am Rhein die Luftwärme, die Regenmengen und die Wärme von 7 Quellen 5 Jahre lang, vom 1. December 1845 bis 30. Novbr. 1850, beobachtet, und auf diese Beobachtungen eine neue Bearbeitung der Temperatur-Verhältnisse der Quellen gegründet. In dieser Untersuchung sind die Quellen von völlig beständiger Temperatur (die rein geologischen) ausgeschlossen. Gegenstand der Untersuchung sind dagegen alle die Quellen gewesen, die eine Veränderung ihrer Temperatur in der Jahresperiode erleiden. Die veränderlichen Quellen zerfallen in zwei natürliche Gruppen:

1) Rein meteorologische Quellen, d. h. solche, deren Mittel erweislich nicht durch die Erdwärme erhöht ist. Bei diesen Quellen ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel abhängig von der Vertheilung der Jahres-Regenmenge auf die 12 Monate. Diese Quellen sind im Mittel kälter als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier kalten Monate December bis März mehr als 33⅓ Procent beträgt; sie sind im Mittel wärmer als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier warmen Monate Juli bis October mehr als 33⅓ Procent beträgt. Die negative oder positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel ist desto größer, je größer der Regen-Ueberschuß des genannten kalten oder warmen Jahresdrittels ist. Diejenigen Quellen, bei welchen die Abweichung des Mittels vom Luftmittel die gesetzliche, d. h. die größte, kraft der Regen-Vertheilung des Jahres mögliche, ist, werden rein meteorologische Quellen von unentstelltem Mittel genannt; diejenigen aber, bei welchem die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel durch störende Einwirkung der Luftwärme in den regenfreien Zeiten verkleinert ist, heißen rein meteorologische Quellen von unentstelltem Mittel genannt; diejenigen aber, bei welchen die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel durch störende Einwirkung der Luftwärme in den regenfreien Zeiten verkleinert ist, heißen rein meteorologische Quellen von angenähertem Mittel. Die Annäherung des Mittels an das Luftmittel entsteht entweder in Folge der Fassung: besonders einer Leitung, an deren unterem Ende die Wärme der Quelle beobachtet wurde oder sie ist die Folge eines oberflächlichen Verlaufs und der Magerkeit der Quell-Adern. In jedem der einzelnen Jahre ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel bei allen rein meteorologischen Quellen gleichnamig; sie ist aber bei den angenäherten Quellen kleiner als bei den unentstellten: und zwar desto kleiner, je größer die störende Einwirkung der Luftwärme ist. Von den Marienberger Quellen gehören 4 der Gruppe der rein meteorologischen an; von diesen 4 ist eine in ihrem Mittel unentstellt, die drei übrigen sind in verschiedenen Graden angenähert. Im ersten Beobachtungsjahre herrschte der Regen-Antheil des kalten Drittels vor, und alle vier Quellen waren in ihrem Mittel kälter als die Luft. In den folgenden vier Beobachtungsjahren herrschte der Regen-Antheil des warmen Drittels vor, und in jedem derselben waren alle vier Quellen in ihrem Mittel wärmer als die Luft; und zwar war die positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel desto größer, je größer in einem der vier Jahre der Regen-Ueberschuß des warmen Drittels war.

„Die von Leopold von Buch im Jahre 1825 aufgestellte Ansicht, daß die Abweichungs-Größe des Quellmittels vom Luftmittel von der Regen-Vertheilung in der Jahresperiode abhangen müsse, ist durch Hallmann wenigstens für seinen Beobachtungsort Marienberg, im rheinischen Grauwacken-Gebirge, als vollständig richtig erwiesen worden. Nur die rein meteorologischen Quellen von unentstelltem Mittel haben Werth für die wissenschaftliche Climatologie; diese Quellen werden überall aufzusuchen, und einerseits von den rein meteorologischen mit angenähertem Mittel, andrerseits von den meteorologisch-geologischen Quellen zu unterscheiden sein.

2) Meteorologisch-geologische Quellen: d. h. solche, deren Mittel erweislich durch die Erdwärme erhöht ist. Diese Quellen sind Jahr aus Jahr ein, die Regen-Vertheilung mag sein, wie sie wolle, in ihrem Mittel wärmer als die Luft (die Wärme-Veränderungen, welche sie im Laufe des Jahres zeigen, werden ihnen durch den Boden, durch den sie fließen, mitgetheilt). Die Größe, um welche das Mittel einer meteorologisch-geologischen Quelle das Luftmittel übertrifft, hängt von der Tiefe ab, bis zu welcher die Meteorwasser in das beständig temperirte Erd-Innere hinabgesunken sind, ehe sie als Quelle wieder zum Vorschein kommen; diese Größe hat folglich gar kein climatologisches Interesse. Der Climatologe muß aber diese Quellen kennen, damit er sie nicht fälschlich für rein meteorologische nehme. Auch die meteorologisch-geologischen Quellen können durch eine Fassung oder Leitung dem Luftmittel angenähert sein. — Die Quellen wurden an bestimmten, festen Tagen beobachtet, monatlich vier- bis fünfmal. Die Meereshöhe, sowohl des Beobachtungsortes der Luftwärme, als die der einzelnen Quellen, ist sorgfältig berücksichtigt worden."

Dr. Hallmann hat nach Beendigung der Bearbeitung seiner Marienberger Beobachtungen den Winter von 1852 bis 1853 in Italien zugebracht, und in den Apenninen neben gewöhnlichen Quellen auch abnorm kalte gefunden. So nennt er „diejenigen Quellen, welche erweisliche Kälte aus der Höhe herabbringen. Diese Quellen sind für unterirdische Abflüsse hoch gelegener

Anwendung der Chemie in die geognostische Einsicht von Bildung und metamorphischer Umwandelung der Gebirgsarten eingedrungen ist; eine desto größere Wichtigkeit hat die Betrachtung der mit Gas- und Salzarten geschwängerten Quellwasser erlangt, die im Inneren der Erde circuliren und, wo sie an der Oberfläche als Thermen ausbrechen, schon den größten Theil ihrer schaffenden, verändernden oder zerstörenden Thätigkeit vollbracht haben.

c) Dampf- und Gasquellen, Salsen, Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch. S. 115—116 und S. 123.)

Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde durch, nicht genug beachtete, aber wohl begründete Beispiele gezeigt, wie die Salsen in den verschiedenen Stadien, die sie durchlaufen: von den ersten, mit Flammen begleiteten Eruptionen bis zu den späteren Zuständen friedlicher Schlamm-Auswürfe, gleichsam ein Mittelglied bilden zwischen den heißen Quellen und den eigentlichen Vulkanen: welche geschmolzene Erden, als unzusammenhangende Schlacken, oder als neugebildete, oft mehrfach über einander gelagerte Gebirgsarten, ausstoßen. Wie alle Uebergänge und Zwischenglieder in der unorganischen und organischen Natur, verdienen die Salsen und Schlamm-Vulkane eine ernstere Betrachtung, als die älteren Geognosten, aus Mangel einer speciellen Kenntniß der Thatsachen, auf sie gerichtet haben.

Die Salsen und Naphtha-Brunnen stehen theils vereinzelt in engen Gruppen: wie die Macalubi in Sicilien bei Girgenti, deren schon Solinus erwähnt, oder die bei Pisciarmala, Barigazzo und am Monte Zibio unfern Sassuolo im nördlichen Italien, oder die bei Turbaco in Südamerika; theils erscheinen sie, und dies sind die lehrreicheren und wichtigeren, wie in schmalen Zügen an einander gereiht. Längst kannte*) man als

offener Seen oder unterirdischer Wasser-Ansammlungen zu halten, aus denen das Wasser in Masse sehr rasch in Spalten und Klüften herabstürzt, um am Fuße des Berges oder Gebirgszuges als Quelle hervorzubrechen. Der Begriff der abnorm kalten Quellen ist also dieser: sie sind für die Höhe, in welcher sie hervorkommen, zu kalt; oder, was das Sachverhältniß besser bezeichnet: sie kommen für ihre niedrige Temperatur an einer zu tiefen Stelle des Gebirges hervor." Diese Ansichten, welche in dem 1sten Bande von Hallmann's „Temperaturverhältnissen der Quellen" entwickelt sind, hat der Verfasser im 2ten Bande S. 181—183 modificirt: weil in jeder meteorologischen Quelle, möge sie auch noch so oberflächlich sein, ein Antheil der Erdwärme enthalten ist.

*) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 58. Ueber die Gründe, welche es mehr als wahrscheinlich machen, daß der Caucasus, der zu 5/7 seiner Länge zwischen dem Kasbegk und Elburuz OSO—WNW im mittleren Parallel von 42° 50′ streicht, die Fortsetzung der vulkanischen Spalte des Asferah (Aktagh) und Thian-schan sei; s. a. a. O. p. 54-61. Beide, Asferah und Thian-schan, oscilliren zwischen den Parallelen von 40°¾ und 43°. Die große aralo-caspische Senkung, deren Flächeninhalt durch Struve nach genauen Messungen das Areal von ganz Frankreich um fast 1680 geogr. Quadratmeilen übersteigt (a. a. O. p. 309—312), halte ich für älter als die Hebungen des Altai und Thian-schan. Die Hebungsspalte der letztgenannten Gebirgskette hat sich durch die große Niederung nicht fortgepflanzt. Erst westlich von dem caspischen Meere findet man sie wieder, mit einiger Abänderung in der Richtung, als Caucasus-Kette: aber mit allen trachytischen und vulkanischen Erscheinungen. Dieser geognostische Zusammenhang ist auch von Abich anerkannt und durch wichtige Beobachtungen bestätigt worden. In einem Aufsatze über den Zusammenhang des Thian-schan mit dem Caucasus, welchen ich von diesem großen Geognosten besitze, heißt es ausdrücklich: „Der Gleichförmigkeit und das entscheidende Vorherrschen eines über das ganze Gebiet (zwischen dem Pontus und caspischen Meere) verbreiteten Systems von parallelen Dislocations- und Erhebungs-Linien (mit von Ost in West) führt die mittlere Achsenrichtung der großen latitudinalen central-asiatischen Massen-Erhebungen auf das bestimmteste westlich am Kosyurt- und Bolor-Systeme zum caucasischen Isthmus hinüber. Die mittlere Streichungs-Richtung des Caucasus SO—NW ist in dem centralen Theile des Gebirges OSO—WNW, ja bisweilen völlig O—W wie der Thian-schan. Die Erhebungs-Linien, welche den Ararat mit den trachytischen Gebirgen Tperidagh und Kargabassar bei Erzerum verbinden, und in dem südlicher Parallele der Argäus, Sepandagh und Sabalan sich an einander reihen; sind die entschiedensten Ausdrücke einer mittleren vulkanischen Achsenrichtung, d. h. des durch den Caucasus westlich verlängerten Thian-schan. Viele andere Gebirgsrichtungen von Central-Asien kehren aber auch auf diesem merkwürdigen Raume wieder, und stehen, wie überall, in Wechselwirkung zu einander, so daß sie mächtige Bergknoten und Maxima der Berg-Anschwellung bilden." Plinius (VI, 17) sagt: Persae appellavere Caucasum montem Graucasim (var. Graucasum, Groucasim, Grocasum), hoc est nive candidum; Scythae Imaum Sanskritwörter kās glänzen und gam Fels zu erkennen glaubte. (Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 109.) Wenn etwa der Name Graucasus in Caucasus verstümmelt wurde, so konnte allerdings, wie Klausen in seinen Untersuchungen über die Wanderungen der Io sagt (Rheinisches Museum für Philologie Jahrg. III. 1845 S. 298), ein Name, „in welchem

äußerste Glieder des Caucasus, in Nordwest die Schlamm-Vulkane von Taman, in Südost der großen Bergkette die Naphtha-Quellen und Naphtha-Feuer von Baku und der caspischen Halbinsel Apscheron. Die Größe und den Zusammenhang dieses Phänomens hat aber erst der tiefe Kenner dieses Theils von Vorder-Asien, Abich, erforscht. Nach ihm sind die Schlamm-Vulkane und Naphtha-Feuer des Caucasus auf eine bestimmt zu erkennende Weise an gewisse Linien geknüpft, welche mit den Erhebungs-Axen und Dislocations-Richtungen der Gesteinschichten in unverkennbarem Verkehr stehen. Den größten Raum, von fast 240 Quadratmeilen, füllen die, in genetischem Zusammenhang stehenden Schlamm-Vulkane, Naphtha-Emanationen und Salzbrunnen im südöstlichen Theile des Caucasus aus: in einem gleichschenkligen Dreieck, dessen Basis das Littoral des caspischen Meeres bei Balachani (nördlich von Baku), und eine der Mündungen des Kur (Araxes) nahe bei den heißen Quellen von Sallian ist. Die Spitze eines solchen Dreiecks liegt bei dem Schagdagh im Hochthal von Kinalughi. Dort brechen an der Grenze einer Dolomit- und Schiefer-Formation in 7834 Fuß Höhe über dem caspischen Meere, unfern des Dorfes Kinalughi selbst, die ewigen Feuer des Schagdah aus, welche niemals durch meteorologische Ereignisse erstickt worden sind. Die mittlere Axe dieses Dreiecks entspricht derjenigen Richtung, welche die in Schamacha an dem Ufer des Pyrsagat so oft erlittenen Erdbeben constant zu befolgen scheinen. Wenn man die eben bezeichnete nordwestliche Richtung weiter verfolgt, so trifft sie die heißen Schwefelquellen von Akti, und wird dann die Streichungslinie des Hauptkammes des Caucasus, wo er zum Kasbegk aufsteigt und das westliche Daghestan begrenzt. Die Salsen der niederen Gegend, oft regelmäßig an einander gereiht, werden allmälig häufiger gegen das caspische Littoral hin zwischen Sallian, der Mündung des Pyrsagat (nahe bei der Insel Swinoi) und der Halbinsel Apscheron. Sie zeigen Spuren früherer wiederholter Schlamm-Eruptionen, und tragen auf ihrem Gipfel kleine, den hornitos von Jorullo in Mexico der Gestalt nach völlig ähnliche Kegel, aus denen entzündliches und oft auch von selbst entzündetes Gas ausströmt. Beträchtliche Flammenausbrüche sind besonders häufig gewesen zwischen 1844 und 1849 am Oudplidagh, Nahalath und Turandagh. Dicht bei der Mündung des Pyrsagat am Schlamm-Vulkan Toprachali findet man (als Beweise einer ausnahmsweise sehr zugenommenen Intensität der unterirdschen Wärme) „schwarze Mergelstücke, die man mit dichtem Basalte und überaus feinkörnigem Dolerit-Gesteine auf den ersten Anblick verwechseln könnte." An anderen Punkten auf der Halbinsel Apscheron hat Lenz schlackenartige Stücke als Auswürflinge gefunden; und bei dem großen Flammenausbruch von Bak-

jede seiner ersten Sylben den Griechen den Gedanken des Brennens erregte, einen Brandberg bezeichnen, an den sich die Geschichte des Feuerbrenners (Πυρφόρος, πυρκαεύς) leicht poetisch wie von selbst anknüpfte." Es ist nicht zu laugnen, daß Mythen bisweilen durch Namen veranlaßt werden; aber die Entstehung eines so großen und wichtigen Mythos, wie der typhonisch-caucasische, kann doch wohl nicht aus der zufälligen Klangähnlichkeit in einem mißverstandenen Gebirgsnamen herzuleiten sein. Es giebt bessere Argumente, deren auch Klausen eines erwähnt. Aus der sachlichen Zusammenstellung von Typhon und Caucasus, und durch das ausdrückliche Zeugniß des Pherecydes von Syros (zur Zeit der 58. Olympiade) erhellt, daß das östliche Weltende für ein vulkanisches Gebirge galt. Nach einer der Scholien zum Apollonius (Scholia in Apoll. Rhod. ed. Schaefferi 1813 v. 1210 p. 524) sagt Pherecydes in der Theogonie: „daß Typhon, verfolgt, zum Caucasus floh und daß dort der Berg brannte (oder in Brand gerieth); daß Typhon von da nach Italien flüchtete, wo die Insel Pithecusa um ihn herumgeworfen (gleichsam zu umgegossen) wurde." Die Insel Pithecusa ist aber die Insel Aenaria (jetzt Ischia), auf welcher der Epomeus (Epopon) nach Julius Obsequens 95 Jahre vor unserer Zeitrechnung, dann unter Titus, unter Diocletian und zuletzt, nach der genauen Nachricht des Tolomeo Fiadoni von Lucca, zu derselben Zeit Prior von Santa Maria Novella, im Jahre 1302 Feuer und Lava auswarf. „Es ist seltsam," schreibt mir der tiefe Kenner des Alterthums, Böckh, „daß Pherecydes den Typhon vom Caucasus fliehen läßt, weil er brannte, da er selbst der Urheber der Erdbrände ist; daß aber sein Aufenthalt im Caucasus auf der Vorstellung vulkanischer Eruptionen daselbst beruht, scheint auch mir unläugbar." Apollonius der Rhodier, wo er (Apollon. Rhod. Argon. lib. II. v. 1212—1217 ed. Beck) von der Geburt des celchischen Drachen spricht, versetzt ebenfalls in den Caucasus den Fels des Typhon, an welchem dieser von dem Blitze des Kroniden Zeus getroffen wurde. — Mögen immer die Lavaströme und Kraterseen des Hochlandes Kely, die Eruptionen des Ararat und Elburuz, oder die Obsidian- und Bimsstein-Ströme aus den alten Kratern des Riotandagh in eine vor-historische Zeit fallen, so können doch die vielen hundert Flammen, welche noch heute im Caucasus auf Bergen von sieben- bis achttausend Fuß Höhe wie auf weiten Ebenen in Erdspalten ausbrechen, Grund genug gewesen sein, um das ganze caucasische Gebirgsland für einen typhonischen Sitz des Feuers zu halten.

lichli (7. Febr. 1839) wurden durch die Winde kleine hohle Kugeln, gleich der sogenannten Asche der eigentlichen Vulkane, weit fortgeführt.*)

In dem nordwestlichsten Ende gegen den cimmerischen Bosporus hin liegen die Schlamm-Vulkane der Halbinsel Taman, welche mit denen von Allanischowka und Jenikale in Kertsch Eine Gruppe bilden. Eine der Salsen von Taman hat am 27. Februar 1794 einen Schlamm- und Gas-Ausbruch gehabt, in dem nach vielem unterirdischem Getöse eine in schwarzen Rauch (dichten Wasserdampf?) halb gehüllte Feuersäule von mehreren hundert Fußen Höhe aufstieg. Merkwürdig und für die Natur der Volcancitos de Turbaco lehrreich ist die Erscheinung, daß das von Friedrich Parrot und Engelhardt 1811 geprüfte Gas von Taman nicht entzündlich war: während das an demselben Orte 23 Jahre später von Göbel aufgefangene Gas aus der Mündung einer Gasröhre mit einer bläulichen Flamme wie alle Ausströmungen der Salsen im südöstlichen Caucasus brannte, aber auch, genau analysirt, in 100 Theilen 92,8 Kohlen-Wasserstoff und 5 Theile Kohlen-Oxydgas enthielt.†)

Eine stoffartig verschiedene, aber ihrer Entstehung nach gewiß verwandte Erscheinung sind in der toscanischen Maremma die heißen, borsauren Dampf-Eruptionen, bekannt unter dem Namen der lagoni, fummarole, soffioni, auch volcani: bei Volsara, Castel novo und Monte Cerboli. Die Dämpfe haben im Mittel eine Temperatur von 96° bis 100°, nach Pella an einigen Punkten bis 175°. Sie steigen theils unmittelbar aus Gesteinspalten, theils aus Pfützen auf, in denen sie aus flüssigem Thon kleine Kegel aufwerfen. Man sieht sie in weißlichen Wirbeln sich in der Luft vertheilen. Die Borsäure, welche die Wasserdämpfe aus dem Schooß der Erde heraufbringen, kann man nicht erhalten, wenn man in sehr weiten und langen Röhren die Dämpfe der Soffioni verdichtet; es zerstreut sich dieselbe wegen ihrer Flüchtigkeit in der Atmosphäre. Die Säure wird nur gewonnen in den schönen technischen Anstalten des Grafen Larderel, wenn die Mündungen der Soffioni unmittelbar von der Flüssigkeit der Bassins bedeckt werden.‡) Nach Payen's vortrefflicher Analyse enthalten die gasförmigen Ausströmungen 0,57 Kohlensäure, 0,35 Stickstoff, nur 0,07 Sauerstoff und 0,001 Schwefelsäure. Wo die borsauren Dämpfe die Spalten des Gesteins durchdringen, setzen sie Schwefel ab. Nach Sir Roderick Murchison's Untersuchungen ist das Gestein theils kreideartig, theils eine nummulit-haltige Eocen-Formation: ein macigno, welchen der in der Umgegend (bei Monte Rotondo) sichtbare und gehobene Serpentin‖) durchbricht. Sollten, fragt Bischof, hier und im Krater von Vulcano nicht in großer Tiefe heiße Wasserdämpfe auf borsaure Mineralien, auf datolith-, axinit- oder turmalin-reiche Gebirgsarten§) zersetzend wirken?

*) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 511 und 513. Ich habe schon darauf aufmerksam gemacht, (T. II. p. 201), daß Edrisi der Feuer von Baku nicht erwähnt: da sie doch schon 200 Jahre früher, im 10ten Jahrhundert, Massudi Cotbeddin weitläufig als ein Nefala-Land beschreibt, d. h. reich an brennenden Naphtha-Brunnen. (Vergl. Frähn, Ibn Foslan p. 245, und über die Etymologie des medischen Wortes Nayhtha Asiat. Journal Vol. XIII. p. 124.)

†) Vergl. Moritz von Engelhardt und Friedrich Parrot, Reise in die Krym und den Kaukasus 1815 Th. I. S. 71 mit Göbel, Reise in die Steppen des südlichen Rußlands 1838 Th. I. S. 249—253, Th. II. S. 138—144.

‡) Payen de l'Acide borique des Soffioni de la Toscane, in den Annales de Chimie et de Physique, 3me Série T. I. 1841 p. 247—255; Bischof, chem. und physik. Geologie Bd. I. S. 669—691; Etablissements industriels de l'acide boracique en Toscane par le Comte de Larderel p. 8.

‖) Sir Roderick Imyry Murchison on the vents of hot Vapour in Tuscany 1850 p. 7. (Vergl. auch die früheren geognostischen Abhandlungen von Hoffmann in Karsten's und Dechen's Archiv für Mineralogie Bd. XIII. 1839 S. 19.) Targioni Tozetti behauptet nach älteren, aber glaubwürdigen Traditionen, daß einige dieser den Ausbruchsort immerdar verändernden Borsäure-Quellen einst bei Nacht feurig leuchtend (entzündet) gesehen worden. Um das geognostische Interesse für die Betrachtungen von Murchison und Perrey über die vulkanischen Beziehungen der Serpentin-Formation in Italien zu erhöhen, erinnere ich hier daran, daß die seit mehreren tausend Jahren brennende Flamme der kleinasiatischen Chimära (bei der Stadt Deliktasch, dem alten Phaselis, in Lycien, an der Westküste des Golfs von Adalia) ebenfalls aus einem Hügel am Abhange des Solimandagh aufsteigt, in welchem man anstehenden Serpentin und Blöcke von Kalkstein gefunden hat. Etwas südlicher, auf der kleinen Insel Grambusa, sieht man den Kalkstein auf weißlichgrauen Serpentin aufgelagert. S. die inhaltreiche Schrift des Admiral Beaufort, Survey of the coast of Karamania 1818 p. 49 und 53: wo Jagden durch die so oben (Mai 1854) von einem der gelehrten Künstler, Albrecht Berg, heimgebrachten Gebirgsarten vollkommen bestätigt werden. (Pierre de Tchihatcheff Asie mineure 1853 T. I. p. 497.)

§) Bischof, a. a. O. S. 682.

Das Sessionen-System von Island übertrifft an Viel- und Großartigkeit der Erscheinungen alles, was wir auf dem Continente kennen. Wirkliche Schlammquellen brechen in dem Fumarolen-Felde von Krisuvek und Reykjalidh aus einem blaugrauen Thone, aus kleinen Becken mit kraterförmigen Rändern hervor*.) Die Quellenspalten lassen sich auch hier nach bestimmten Richtungen verfolgen.†) Ueber keinen Theil der Erde, wo heiße Quellen, Salsen und Gas-Eruption sich finden, besitzen wir jetzt so vortreffliche und ausführliche chemische Untersuchungen als über Island durch den Scharfsinn und die ausdauernden Bemühungen von Bunsen. Nirgends wohl ist in einer großen Länderstrecke, und der Oberfläche wahrscheinlich sehr nahe, ein solches verschiedenartiges Spiel chemischer Zersetzungen, Umwandlungen und neuer Bildungen zu belauschen.

Von Island auf den nahen amerikanischen Continent übergehend, finden wir im Staate Neu-York in der Umgegend von Fredonia, unfern des Erie-Sees, in einem Becken von devonischen Sandstein-Schichten, eine Unzahl von Brenngas-Quellen (Quellen von gekohltem Wasserstoffgas), auf Erdspalten ausbrechend und zum Theil zur Erleuchtung benutzt; andere Brenngas-Quellen, bei Rushville, nehmen die Form von Schlammkegeln an; noch andere im Ohio-Thale, in Virginien und am Kentucky River, enthalten zugleich Kochsalz und hangen dann mit schwachen Naphtha-Quellen zusammen. Jenseits des antillischen Meerbusens aber, an der Nordküste von Südamerika, 2½ Meile in Süd-Süd-Ost von dem Hafen Cartagena de Indias, bietet bei dem anmuthigen Dorfe Turbaco eine merkwürdige Gruppe von Salsen oder Schlamm-Vulkanen Erscheinungen dar, die ich zuerst habe beschreiben können. In der Umgegend von Turbaco, wo man eine herrliche Aussicht der colossalen Schneeberge (Sierras Nevadas) von Santa Marta genießt, erheben sich an einem öden Platze mitten im Urwalde die Volcancitos, 18 bis 20 an der Zahl. Die größten der Kegel, von schwarzgrauem Letten, haben 18 bis 22 Fuß Höhe, und wohl 80 Fuß Durchmesser an der Basis. Auf der Spitze jedes Kegels ist eine zirkelrunde Oeffnung von 20 bis 28 Zoll Durchmesser, von einer kleinen Schlamm-Mauer umgeben. Das Gas steigt empor mit großer Heftigkeit, wie bei Taman; in Blasen, deren jede, nach meiner Messung in graduirten Gefäßen, 10—12 Cubikzoll enthält. Der obere Theil des Trichters ist mit Wasser gefüllt, das auf einer dichten Schlammdecke ruht. Benachbarte Kegel haben nicht gleichzeitige Auswürfe, aber in jedem einzelnen war eine gewisse Regelmäßigkeit in den Epochen der Auswürfe zu bemerken. Wir zählten, Bonpland und ich, an den äußersten Theilen der Gruppe stehend, ziemlich regelmäßig 5 Ausbrüche in je 2 Minuten. Wenn man sich über die kleine Krater-Oeffnung hinbeugt, so vernimmt man meist 20 Secunden vor jedem Ausbruch ein dumpfes Getöse im Inneren der Erde, tief unter der Grundfläche des Kegels. In dem aufgestiegenen, zweimal mit vieler Vorsicht gesammelten Gas verlosch augenblicklich eine brennende, sehr dünne Wachskerze, eben so ein glimmender Holzspan von Bombax Ceiba. Das Gas war nicht zu entzünden. Kalkwasser wurde durch dasselbe nicht getrübt, es fand keine Absorption statt. Durch nitröses Gas auf Sauerstoff geprüft, zeigte dieses Gas in einem Versuch keine Spur des letzteren; in einem andern Versuche, wo das Gas der Volcancitos viele Stunden in eine kleine Glasglocke mit Wasser gesperrt worden war, zeigte es etwas über ein Hundertheil Sauerstoff, das sich wahrscheinlich, aus dem Wasser entwickelt, zufällig beigemischt hatte.

Nach diesen Ergebnissen der Analyse erklärte ich damals, und wohl nicht ganz mit Unrecht, das Gas der Volcancitos von Turbaco für Stickstoffgas, das mit einer kleinen Menge von Wasserstoffgas gemischt sein könnte. Ich drückte zugleich in meinem Tagebuche das Bedauern aus, daß man bei dem damaligen Zustande der Chemie (im April 1801) kein Mittel kenne, in einem Gemenge von Stickstoff- und Wasserstoffgas das Ver-

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 123; Bunsen „über die Processe der vulkanischen Gesteinsbildungen Islands" in Poggendorff's Annalen Bd. 83 S. 257.

†) Waltershausen a. a. O. S. 113.

hältniß der Mischung numerisch zu bestimmen. Dieses Mittel, bei dessen Anwendung drei Tausendtheile Wasserstoffs in einem Luftgemisch erkannt werden können, wurde von Gay-Lussac und mir erst 4 Jahre später aufgefunden.*) In dem halben Jahrhundert, das seit meinem Aufenthalte in Turbaco und meiner astronomischen Aufnahme des Magdalenenstromes verflossen ist, hat kein Reisender sich wissenschaftlich mit den eben beschriebenen kleinen Schlamm-Vulkanen beschäftigt, bis am Ende des Decembers 1850 mein, der neueren Geognosie und Chemie kundiger Freund, Joaquin Acosta †), die merkwürdige Beobachtung machte: daß gegenwärtig (wovon zu meiner Zeit keine Spur vorhanden war) „die Kegel einen bituminösen Geruch verbreiten; daß etwas Erdöl auf der Wasserfläche der kleinen Oeffnungen schwimmt, und daß man auf jedem der Schlammhügel von Turbaco das ausströmende Gas entzünden kann." Deutet dies, fragt Acosta, auf eine durch innere Processe hervorgebrachte Veränderung des Phänomens, oder ganz einfach auf einen Irrthum in den früheren Versuchen? Ich würde diesen frei eingestehen, wenn ich nicht das Blatt des Tagebuchs aufbewahrt hätte, auf welchem die Versuche an demselben Morgen, an dem sie angestellt wurden, umständlich ‡) aufgezeichnet worden sind. Ich finde

---

*) Humboldt et Gay-Lussac, Mém. sur l'analyse de l'air atmosphérique im Journal de Physique, par Lamétherie T. LX. an 13 p. 151 (vergl. meine Kleineren Schriften Bd. I. S. 346).

†) "C'est avec émotion que je viens de visiter un lieu que vous avez fait connaître il y a cinquante ans. L'aspect des petits Volcans de Turbaco est tel que vous l'avez décrit: c'est le même luxe de la végétation, le même nombre et la même forme des cônes d'argile, la même éjection de matière liquide et boueuse; rien n'est changé, si ce n'est la nature du gaz qui se dégage. J'avais avec moi, d'après les conseils de notre ami commun, Mr. Boussingault, tout ce qu'il fallait pour l'analyse chimique des émanations gazeuses, même pour faire un mélange frigorifique dans le but de condenser la vapeur d'eau, puisqu'on m'avait exprimé le doute, qu'avec cette vapeur on avait pu confondre l'azote. Mais cet appareil n'a été aucunement nécessaire. Dès mon arrivée aux *Volcancitos* l'odeur prononcée de bitume m'a mis sur la voie, et j'ai commencé par allumer le gaz sur l'orifice même de chaque petit cratère. On aperçoit même aujourd'hui à la surface du liquide qui s'élève par intermittence, une mince pellicule de pétrole. Le gaz recueilli *brûle tout entier*, sans résidu d'azote (?) et sans déposer du *soufre* (au contact de l'atmosphère). Ainsi la *nature du phénomène a complètement changé depuis votre voyage, à moins d'admettre une erreur d'observation*, justifiée par l'état moins avancé de la chimie expérimentale à cette époque. Je ne doute plus maintenant que la grande éruption de *Galera Zamba*, qui a éclairé le pays dans un rayon de cent kilomètres, ne soit un *phénomène de Salse*, développé sur une grande échelle, puisqu'il y existe des centaines de petits cônes, vomissant de l'argile salée, sur une surface de plus de 400 lieues carrées. — Je me propose d'examiner les produits gazeux des cônes de Tubará, qui sont les Salses les plus éloignées de vos *Volcancitos* de Turbaco. D'après les manifestations si puissantes qui ont fait disparaître une partie de la péninsule de Galera Zamba, devenue une île, et après l'apparition d'une nouvelle île, soulevée du fond de la mer voisine en 1848 et disparue de nouveau, je suis porté à croire que c'est près de Galera Zamba, à l'ouest du Delta du Rio Magdalena, que se trouve le principal foyer du phénomène des Salses de la Province de Carthagène." (Aus einem Briefe des Obersten Acosta an A. v. H., Turbaco den 21. Decbr. 1850.) — Vergl. auch Mosquera, Memoria politica sobre la Nueva Granada 1852 p. 73; und Lionel Gisborne, the Isthmus of Darien p. 48.

‡) Ich habe auf meiner ganzen amerikanischen Expedition streng den Rath Vauquelin's befolgt, worin ich einige Zeit vor meinen Reisen gearbeitet: das Detail jedes Versuchs an demselben Tage ni derzuschreiben und aufzubewahren. Aus meinen Tagebüchern von 17. und 18. April 1801 schreibe ich hier folgendes ab: „Es demnach das Gas nach Versuchen mit Phosphor und nitrösem Gas kaum 0,01 Sauerstoff, mit Kalkwasser nicht 0,02 Kohlensäure zeigte, so frage ich mich, was die übrigen 97 Hundertheile sind. Ich vermeidete durch Kohlen- und Schwefel-Wasserstoff; oder im Contact mit der Atmosphäre setzt sich an die kleinen Kratermündungen kein Schwefel ab, auch war kein Geruch von entdecktem Wasserstoffgas zu spüren. Der problematische Rest könnte scheinen reiner Stickstoff zu sein, da, wie oben erwähnt, eine brennende Kerze nicht entzündete; aber ich weiß aus der Zeit meiner Analysen der Grubenwetter, daß ein von aller Kohlensäure freies, leichtes Wasserstoffgas, welches bloß an der Spitze eines Spahnes stand, sich auch nicht entzündete, sondern das Grubenlicht verlöschte, während letzteres an diesen Wetter hell brannte, wo die Luft beträchtlich mit Stickgas gemengt war. Der Rückstand von dem Gas der Volcancitos ist also wohl Stickgas mit einem Antheil von Wasserstoffgas zu nennen: einem Antheil, den wir bis jetzt nicht quantitativ anzugeben wissen. Sollte unter den Volcancitos derselbe Kohlenschiefer liegen, den ich westlicher am Rio Sinu gesehen, oder Mergel und Alaunerde? Sollte atmosphärische Luft in, durch Wasser gebildete Höhlungen auf engen Klüften eindringen und sich im Contact mit schwarzgrauem Letten gesetzen, wie in den Sinkwerken im Salzbergwerk zu Hallein und Berchtholdsgaden, wo die Wetterungen sich mit lichtverlöschenden Gasen füllen? oder verbinden die gespannt, elastisch ausströmenden Gas-Arten das Eindringen der atmosphärischen Luft?" Diese Fragen schrieb ich nieder in Turbaco vor 53 Jahren. Nach den neuesten Beobachtungen von Herrn Fournet de Mâan (1854) hat sich die Entzündlichkeit der ausströmenden Luftart vollkommen erhalten. Der Absender hat Proben des Wassers mitgebracht, welches die kleine Krater-Oeffnung der Volcancitos erfüllt. In demselben hat Boussingault Kochsalz 67,39 auf ein Litre; kohlensaures Natron 0,31; schwefelsaures Natron 0,20; auch Spuren von borsaurem Natron und Jod gefunden. In dem niedergefallenen Schlamme erkennt Ehrenberg in genauer microscopischer Untersuchung fein Kalktheile, nichts Verschlacktes; aber Quarzkörner und Glimmer-Blättchen gemengt, und viele kleine Krystall-

nichts darin, was mich heute zweifelhaft machen könnte; und die schon oben berührte Erfahrung, daß (nach Parrot's Berichte) „das Gas der Schlamm-Vulkane der Halbinsel Taman 1811 die Eigenschaft hatte das Brennen zu verhindern, indem ein glimmender Span in dem Gas erlosch, ja die aufsteigenden, einen Fuß dicken Blasen im Platzen nicht entzündet werden konnten“: während 1834 Göbel an demselben Orte das leicht anzuzündende Gas mit heller bläulicher Flamme brennen sah; läßt mich glauben, daß in verschiedenen Stadien die Ausströmungen chemische Veränderungen erleiden. Mitscherlich hat ganz neuerlich auf meine Bitte die Grenze der Entzündbarkeit künstlich bereiteter Mischungen von Stick- und Wasserstoffgas bestimmt. Es ergab sich, daß Gemenge von 1 Theil Wasserstoffgas und 3 Theilen Stickstoffgas sich nicht blos durch ein Licht entzündeten, sondern auch fortfuhren zu brennen. Vermehrte man das Stickstoffgas, so daß das Gemenge aus 1 Theil Wasserstoffgas und 3½ Theilen Stickstoffgas bestand: so erfolgte zwar noch Entzündung, aber das Gemenge fuhr nicht fort zu brennen. Nur bei einem Gemenge von 1 Theil Wasserstoffgas und 4 Theilen Stickstoffgas fand gar keine Entzündung mehr statt. Die Gas-Ausströmungen, welche man ihrer leichten Entzündbarkeit und ihrer Lichtfarbe wegen Ausströmungen von reinem und gekohltem Wasserstoff zu nennen pflegt, brauchen also quantitativ nur dem dritten Theile nach aus einer der zuletzt genannten Gas-Arten zu bestehen. Bei den seltener vorkommenden Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff würde, wegen der Wärme-Capacität der ersteren, die Grenze der Entzündbarkeit noch anders ausfallen. Acosta wirft mit Recht die Frage auf: „ob eine unter den Eingeborenen von Turbaco, Abkömmlingen der Indios de Taruaco, fortgepflanzte Tradition, nach der die Volcancitos einst alle brannten, und durch Besprechung und Besprengen mit Weihwasser von einem frommen Mönche*) aus Volcanes de fuego in Volcanes de agua umgewandelt wären; sich nicht auf einen Zustand beziehe, der jetzt wiedergekehrt ist.“ Einmalige große Flammen-Eruptionen von, vor- und nachher sehr friedlichen Schlamm-Vulkanen (Taman 1793; am caspischen Meere bei Jokmali 1827 und bei Baklichli 1839; bei Kuschtschy 1846, ebenfalls im Caucasus) bieten analoge Beispiele dar.

Das, so kleinlich scheinende Phänomen der Salsen von Turbaco hat an geologischem Interesse gewonnen durch den mächtigen Flammenausbruch und die Erdumwälzung, welche 1839, über 8 geographische Meilen in NNO von Cartagena de Indias, sich zwischen diesem Hafen und dem von Sabanilla, unfern der Mündung des großen Magdalenenstromes, zugetragen haben. Der eigentliche Centralpunkt des Phänomens war das 1½ bis 2 Meilen lang in das Meer als schmale Halbinsel hervortretende Cap Galera Zamba. Auch die Kenntniß dieses Ereignisses verdankt man dem Artillerie-Oberst Acosta: der leider durch einen frühen Tod den Wissenschaften entrissen wurde. In der Mitte der Landzunge stand ein conischer Hügel, aus dessen Krater-Oeffnung bisweilen Rauch (Dämpfe) und Gas-Arten mit solcher Heftigkeit ausströmten, daß Bretter und große Holzstücke, die man hineinwarf, weit weggeschleudert wurden. Im Jahre 1839 verschwand der Kegel bei einem beträchtlichen Feuerausbruch, und die ganze Halbinsel Galera Zamba ward zur Insel, durch einen Canal von 30 Fuß Tiefe vom Continent getrennt. In diesem friedlichen Zustande blieb die Meeresfläche: bis, an der Stelle des

---

Prismen schwarzen Augits, wie er oft in vulkanischem Tuff vorkommt: keine Spur von Spongiolithen oder polygastrischen Infusorien, nichts, was die Nähe des Meeres andeutete: dagegen aber viele Reste von Dicotyledonen, von Gräsern und Sporangien der Lichenen, an die Bestandtheile der Moya von Pelileo erinnernd. Während Ch. Sainte-Claire Deville und Georg Bornemann in ihren schönen Analysen der Macalube di Terrapilata in dem ausgestoßenen Gas 0,99 gekohltes Wasserstoffgas fanden, gab ihnen das Gas, welches in der Agua Santa di Limosina bei Catanea aufsteigt, wie einst Turbaco, 0,98 Stickgas, ohne Spur von Sauerstoff. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. 43 1856 p. 361 und 366.)

*) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique Pl. XLI p. 239. Die schöne Zeichnung der Volcancitos de Turbaco, nach welcher die Kupfertafel gestochen wurde, ist von der Hand meines damaligen jungen Reisegefährten, Louis de Rieux. — Ueber das alte Taruaco in der ersten Zeit der spanischen Conquista s. Herrera, Dec. I. p. 251.

früheren Durchbruchs, am 7. October 1848, ohne alle in der Umgegend fühlbare Erderschütterung, ein zweiter furchtbarer Flammenausbruch*) erschien, der mehrere Tage dauerte und in 10 bis 12 Meilen Entfernung sichtbar war. Nur Gas-Arten, nicht materielle Theile, warf die Salse aus. Als die Flammen verschwunden waren, fand man den Meeresboden zu einer kleinen Sandinsel gehoben, die aber nach kurzer Zeit wiederum verschwand. Mehr als 50 Volcancitos (Kegel, denen von Turbaco ähnlich) umgeben jetzt bis in eine Entfernung von 4 bis 5 Meilen den unterseeischen Gas-Vulkan der Galera Zamba. Man darf ihn in geologischer Hinsicht wohl als den Hauptsitz der vulkanischen Thätigkeit betrachten, welche sich in der ganzen Niederung von Turbaco bis über das Delta des Rio grande de la Magdalena hin mit der Atmosphäre in Contact zu setzen strebt.

Die Gleichheit der Erscheinungen, welche, in den verschiedenen Stadien ihrer Wirksamkeit, die Salsen, Schlamm-Vulkane und Gas-Quellen auf der italiänischen Halbinsel, im Caucasus und in Südamerika darbieten; offenbart sich in ungeheuren Länderstrecken im chinesischen Reiche. Die Kunst des Menschen hat seit den ältesten Zeiten dort diesen Schatz zu benutzen gewußt, ja zu der sinnreichen, den Europäern spät erst bekannt gewordenen Erfindung des chinesischen Seilbohrens geleitet. Mehrere tausend Fuß tiefe Bohrlöcher werden durch die einfachste Anwendung der Menschenkraft oder vielmehr des Gewichts des Menschen niedergebracht. Ich habe an einem anderen Orte †) von dieser Erfindung umständlich gehandelt; wie von den Feuerbrunnen, Ho-tsing, und feurigen Bergen, Ho-schan, des östlichen Asiens. Man bohrt zugleich auf Wasser, auf Salzsole und Brenngas: von den südwestlichen Provinzen Yun-nan, Kuang-si und Szu-tschuan an der Grenze von Tibet an bis zur nördlichen Provinz Schan-si. Das Brenngas verbreitet bei röthlicher Flamme oft einen bituminösen Geruch; es wird theils in tragbaren, theils in liegenden Bambusröhren in entfernte Orte: zum Salzsieden, zur Erwärmung der Häuser oder zur Straßenerleuchtung, geleitet. In seltenen Fällen ist der Zufluß von gekohltem Wasserstoffgas plötzlich erschöpft oder durch Erdbeben gehemmt worden. So weiß man, daß ein berühmter Ho-tsing südwestlich von der Stadt Khiung-tschen (Br. 50° 27′, Länge 101° 6′ Ost), welcher ein mit Geräusch brennender Salzbrunnen war, im 13ten Jahrhundert erloschen ist, nachdem er seit dem 2ten Jahrhundert unsrer Zeitrechnung die Umgegend erleuchtet hatte. In der, an Steinkohlen sehr reichen Provinz Schan-si finden sich einige entzündete Steinkohlen-Flöze. Die feurigen Berge (Ho-schan) sind über einen großen Theil von China verbreitet. Die Flammen steigen oft: z. B. in der Felsmasse des Py-kia-schan, am Fuß eines mit ewigem Schnee bedeckten Gebirges (Br. 31° 40′); in großen Höhen aus langen, offenen, unzugänglichen Spalten auf: ein Phänomen, welches an die ewigen Feuer des Schagdagh-Gebirges im Caucasus erinnert.

Auf der Insel Java giebt es in der Provinz Samarang, etwa drei Meilen von der nördlichen Küste entfernt, Salsen, welche denen von Turbaco und Galera Zamba ähnlich sind. Sehr veränderliche Hügel von 25 bis 30 Fuß Höhe werfen Schlamm, Salzwasser und ein seltenes Gemisch von Wasserstoffgas und Kohlensäure aus ‡): eine Erscheinung,

---

*) Lettre de Mr. Joaquin Acosta à Mr. Elie de Beaumont in den Comptes rendus de l'Académie des Sc. T. XXIX. 1849 p. 530—534.

†) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 519—540; meist nach Auszügen aus chinesischen Werken von Klaproth und Stanislas Julien. Das alte chinesische Seilbohren, welches in den Jahren 1830—1842 mehrfach und bisweilen mit Vortheil in Steinkohlen-Gruben in Belgien und Deutschland angewandt worden ist, war (wie Jobard aufgefunden) schon im 17ten Jahrhundert in der Relation de l'Ambassadeur hollandais van Hoorn beschrieben worden; aber die genaueste Nachricht von dieser Bohrmethode der Feuerbrunnen (Ho-tsing) hat der französische Missionar Imbert gegeben, der so viele Jahre in Kia-ting-fu residirt hat (s. Annales de l'Association de la Propagation de la Foy 1829 p. 369—381).

‡) Nach Diard, Asie centr. T. II. p. 515. Außer den Schlamm-Vulkanen bei Damak und Surabaya giebt es auf anderen Inseln des indischen Archipels noch die Schlamm-Vulkane von Pulu-Semar, Pulu-[illegible] und Pulu-Roti; s. Junghuhn, Java, seine Gestalt und Pflanzendecke, 1852 Abth. III. S. 530.

die nicht mit den großen und verheerenden Schlammströmen zu verwechseln ist, welche bei den seltenen Eruptionen der colossalen wirklichen Vulkane Java's (Gunung Kelut und Gunung Idjen) sich ergießen. Sehr berühmt sind noch auf Java, besonders durch Uebertreibungen in der Darstellung einiger Reisenden, wie durch die, schon von Sykes und Loudon gerügte Anknüpfung an die Mythe vom Giftbaum Upas, einige Stickgrotten oder Quellen von kohlensaurem Gas. Die merkwürdigste der 6 von Junghuhn wissenschaftlich beschriebenen ist das sogenannte Todtenthal der Insel (Pakaraman), im Gebirge Dieng, nahe bei Batur. Es ist ein trichterförmiger Einsturz an einem Berggehänge, eine Vertiefung, in welcher die Schicht der ausströmenden Kohlensäure zu verschiedenen Jahreszeiten eine sehr verschiedene Höhe erreicht. Man findet darin oft Skelette von wilden Schweinen, Tigern und Vögeln. *) Der Giftbaum, pohon (besser puhu) upas der Malayen (Antaris toxicaria des Reisenden Leschenault de la Tour), ist mit seinen unschädlichen Ausdünstungen jenen tödtlichen Wirkungen ganz fremd.†)

Ich schließe diesen Abschnitt von den Salsen, Dampf- und Gas-Quellen mit der Beschreibung eines Ausbruchs von heißen Schwefeldämpfen, die wegen der Gebirgsart, aus welcher sie sich entwickeln, das Interesse der Geognosten auf sich ziehen können. Bei dem genußreichen, aber etwas anstrengenden Uebergange über die Central-Cordillere von Quindiu (ich brauchte 14 bis 15 Tage, zu Fuß, und ununterbrochen in freier Luft schlafend, um über den Gebirgskamm von 10788 Fuß aus dem Thale des Rio Magdalena in das Cauca-Thal zu gelangen) besuchte ich in der Höhe von 6300 Fuß den Azufral westlich von der Station el Moral. In einem etwas dunkel gefärbten Glimmerschiefer, der, auf einen granathaltenden Gneiß aufgesetzt, sammt diesem die hohe Granitkuppe von la Ceja und la Garita del Paramo umlagert, sah ich in dem engen Thale (Quebrada del Azufral) warme Schwefeldämpfe aus den Gesteinklüften ausströmen. Da sie mit Schwefel-Wasserstoffgas und vieler Kohlensäure gemischt sind, so fühlt man einen betäubenden Schwindel, wenn man sich niederbeugt, um die Temperatur zu messen, und länger in ihrer Nähe verweilt. Die Temperatur der Schwefeldämpfe war 47°,6; die der Luft 20°,6; die des Schwefel-Bächleins, das vielleicht im oberen Laufe durch die Schneewasser des Vulkans von Tolima erkaltet ist, 29°,2. Der Glimmerschiefer, welcher etwas Schwefelkies enthält, ist von vielen Schwefeltrümmern durchsetzt. Der zum Verkauf zubereitete Schwefel wird großentheils aus einem mit natürlichem Schwefel und verwittertem Glimmerschiefer gemengten, ochergelben Letten gewonnen. Die Arbeiter (Mestizen) leiden dabei an Augenübeln und an Muskellähmung. Als 30 Jahre nach mir (1831) Bouissingault den Azufral de Quindiu besuchte, hatte die Temperatur der Dämpfe, die er chemisch analysirte ‡), so abgenommen, daß sie unter die der freien Luft (22°), nämlich auf 19°—20°, fiel. Derselbe vortreffliche Beobachter sah in der Quebrada de aguas calientes das Trachyt-Gestein des nahen Vulkans von Tolima den Glimmerschiefer durchbrechen: wie ich sehr deutlich, eben so eruptiv, den schwarzen Trachyt des Vulkans Tunguragua bei der Seilbrücke von Penipe einen granathaltenden grünlichen Glimmerschiefer habe bedecken sehen. Da man bisher in Europa Schwefel nicht in den ehemals sogenannten primitiven Gebirgsarten, sondern nur im Tertiär-Kalk, in

*) Junghuhn a. a. O. Abth. I. S. 201, Abth. III. S. 854—858. Die schwächeren Hundsgrotten auf Java sind Gua-Upas und Gua-Galan (das erstere Wort ist das Sanskritwort guhâ Höhle). Da es wohl keinem Zweifel unterworfen sein kann, daß die Grotta del Cane in der Nähe des Lago di Agnano dieselbe ist, welche Plinius (II. cap. 93) vor fast 18 Jahrhunderten "in agro Puteolano" als "Choronen serobis mortiferum spiritum exhalans" beschrieben hat; so muß man allerdings mit Scacchi (Memorie geol. sulla Campania 1849 p. 48) verwundert sein, daß in einem von dem Erdbeben so oft bewegten, lockeren Boden ein so kleinliches Phänomen (die Zuleitung einer geringen Menge von kohlensaurem Gas) hat unverändert und ungestört bleiben können.

†) Blume, Rumphia sive Commentationes botanicae T. I. (1835) p. 47—59.

‡) Humboldt, Essai géognostique sur le gisement des Roches dans les deux Hémisphères 1823 p. 76; Bouffingault in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 11.

Gyps, in Conglomeraten und ächt vulkaniſchem Geſtein gefunden hat; ſo iſt das Vorkommen im Azufral de Quindin (nördl. Br. 4°½) um ſo merkwürdiger, als es ſich ſüdlich vom Aequator zwiſchen Quito und Cuenca, am nördlichen Abfall des Paramo del Assuay, wiederholt. In dem Azufral des Cerro Cuello (ſüdl. Br. 2° 13′) habe ich, wiederum im Glimmerſchiefer, in 7488 Fuß Höhe ein mächtiges Quarzlager*) angetroffen, in welchem der Schwefel neſterweiſe reichlich eingeſprengt iſt. Zur Zeit meiner Reiſe waren die Schwefelſtücke nur von 6—8 Zoll Größe; früher fand man ſie bis 3—4 Fuß Durchmeſſer. Selbſt eine Naphtha-Quelle entſpringt ſichtbar aus Glimmerſchiefer in dem Meeresboden im Golf von Cariaco bei Cumana. Die Naphtha färbt dort einen Theil der Oberfläche des Meeres auf mehr als tauſend Fuß Länge gelb, und ihren Geruch fand ich verbreitet bis in das Innere der Halbinſel Araya. †)

Wenn wir nun einen letzten Blick auf die Art vulkaniſcher Thätigkeit werfen, welche ſich durch Hervordringen von Dämpfen und Gas-Arten, bald mit, bald ohne Feuer-Erſcheinungen, offenbart; ſo finden wir darin bald große Verwandtſchaft, bald auffallende Verſchiedenheit der aus den Erdſpalten ausbrechenden Stoffe: je nachdem die hohe Temperatur des Inneren, das Spiel der Affinitäten modificirend, auf gleichartige oder ſehr zuſammengeſetzte Materien gewirkt hat. Die Stoffe, welche bei dieſem geringeren Grade vulkaniſcher Thätigkeit an die Oberfläche getrieben werden, ſind: Waſſerdampf in großem Maaße, Chlor-Natrium, Schwefel, gekohlter und geſchwefelter Waſſerſtoff, Kohlenſäure und Stickſtoff; Naphtha (farblos, gelblich oder als braunes Erdöl); Borſäure und Thonerde der Schlamm-Vulkane. Die große Verſchiedenheit dieſer Stoffe, von denen jedoch einige (Kochſalz, Schwefel-Waſſerſtoffgas und Erdöl) ſich faſt immer begleiten, bezeugt das Unpaſſende der Benennung Salſen: welche aus Italien ſtammt, wo Spallanzani das große Verdienſt [illegible] hat zuerſt die Aufmerkſamkeit der Geognoſten auf das, lange für ſo unwichtig gehaltene Phänomen im Modeneſiſchen zu leiten. Der Name Dampf- und Gas-Quellen drückt mehr das Gemeinſame aus. Wenn viele derſelben als Fumarolen zweifelsohne in Beziehung zu erloſchenen Vulkanen ſtehen, ja beſonders als Quellen von kohlenſaurem Gas ein letztes Stadium ſolcher Vulkane charakteriſiren; ſo ſcheinen dagegen andere, die Naphtha-Quellen, ganz unabhängig von den wirklichen, geſchmolzene Erden ausſtoßenden Feuerbergen zu ſein. Sie folgen dann, wie ſchon Abich am Caucaſus gezeigt hat, in weiten Strecken beſtimmten Richtungen, ausbrechend auf Gebirgsſpalten: ſowohl in der Ebene, ſelbſt im tiefen Becken des caſpiſchen Meeres, als in Gebirgshöhen von faſt 8000 Fuß. Gleich den eigentlichen Vulkanen, vermehren ſie bisweilen plötzlich ihre ſcheinbar ſchlummernde Thätigkeit durch Ausbruch von Feuerſäulen, die weit umher Schrecken verbreiten. In beiden Continenten, in weit von einander entfernten Weltgegenden, zeigen ſie dieſelben auf einander folgenden Zuſtände; aber keine Erfahrung hat uns bisher berechtigt zu glauben, daß ſie Vorboten der Entſtehung wirklicher, Lava und Schlacken auswerfender Vulkane ſind. Ihre Thätigkeit iſt anderer Art: vielleicht in minderer Tiefe wurzelnd und durch andere chemiſche Proceſſe bedingt.

*) S. über die Höhe von Alauſi (bei Tiſan) am Cerro Cuello das Nivellement barométr. No. 206 in meinen Observ. astron. Vol. I. p. 311.

†) "L'existence d'une *source de naphte*, sortant au fond de la mer d'un micaschiste grenatifère, et répandant, selon l'expression d'un historien de la *Conquista*, Oviedo, une „liqueur résineuse, aromatique et médicinale"; est un fait extrêmement remarquable. Toutes celles que l'on connaît jusqu'ici, appartiennent aux montagnes secondaires; et ce mode de gisement semblait favoriser l'idée que tous les bitumes minéraux (Hatchett dans les *Transact. of the Linnaean Society* 1798 p. 129) étaient dus à la destruction des matières végétales et animales ou à l'embrasement des houilles. Le phénomène *du Golfe* de Cariaco acquiert une nouvelle importance, si l'on se rappelle qu. le même terrain primitif renferme des feux souterrains, qu'on voit des cratères enflammés *l'odeur de pétrole* se fait sentir de tems en tems (p. e. dans l'éruption du Vésuve 1805, lorsque le Volcan lançait des scories), que la plupart des sources très chaudes de l'Amérique du Sud sortent du granite (las Trincheras près de Portocabello), du gneis et du schiste micacé. — Plus à l'est du méridien de Cumana, en descendant de la Sierra de Meapire, on rencontre d'abord le terrain creux (*tierra hueca*) qui, pendant les grands tremblemens de terre de 1766 a jeté de l'asphalte enveloppé dans du pétrole visqueux; et puis sur tout de ce terrain une infinité de sources chaudes hydrosulfureuses." (Humboldt, Relat. hist. du Voyage aux Régions équin. T. I. p. 136, 344, 347 und 417.)

d. Vulkane, nach der Verschiedenheit ihrer Gestaltung und Thätigkeit. — Wirkung durch Spalten und Maare. — Umwallungen der Erhebungs-Krater. — Vulkanische Kegel- und Glockenberge, mit geöffnetem oder ungeöffnetem Gipfel. — Verschiedenheit der Gebirgsarten, durch welche die Vulkane wirken.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 117—129.)

Unter den mannigfaltigen Arten der Kraftäußerung in der Reaction des Inneren unseres Planeten gegen seine obersten Schichten ist die mächtigste die, welche die eigentlichen Vulkane darbieten: d. i. solche Oeffnungen, durch die neben den Gas-Arten auch feste, stoffartig verschiedene Massen in feuerflüssigem Zustande, als Lavaströme, oder als Schlacken, oder als Producte der feinsten Zerreibung (Asche), aus ungemessener Tiefe an die Oberfläche gedrängt werden. Hält man nach einem alten Sprachgebrauche die Wörter Vulkan und Feuerberg für synonym, so knüpft man dadurch, nach einer vorgefaßten, sehr allgemein verbreiteten Meinung, den Begriff von vulkanischen Erscheinungen an das Bild von einem isolirt stehenden Kegelberge mit kreisrunder oder ovaler Oeffnung auf dem Gipfel. Solche Ansichten verlieren aber von ihrer Allgemeinheit, wenn sich dem Beobachter Gelegenheit darbietet zusammenhangende vulkanische Gebiete von mehreren tausend geographischen Quadratmeilen Flächeninhalts: z. B. den ganzen mittleren Theil des mexicanischen Hochlandes zwischen dem Pic von Orizaba, dem Jorullo und den Küsten der Südsee; oder Central-Amerika; oder die Cordilleren von Neu-Granada und Quito zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan, dem von Pasto und dem Chimborazo; oder das Isthmus-Gebirge des Caucasus zwischen dem Kasbegk, Elburuz und Ararat: zu durchwandern. In dem unteren Italien, zwischen den phlegräischen Feldern des campanischen Festlandes, Sicilien, den Liparen und Ponza-Inseln, ist, wie in den griechischen Inseln, das verbindende Zwischenland theils nicht mit gehoben, theils vom Meere verschlungen worden.

Es zeigen sich in den vorgenannten großen Gebieten von Amerika und vom Caucasus Eruptions-Massen (wirkliche Trachyte, nicht Trachyt-Conglomerate; Obsidian-Ströme; steinbruchartig gewonnene Bimsstein-Blöcke, nicht durch Wasser verbreitetes und abgesetztes Bimsstein-Gerölle), welche von den, sich erst in beträchtlicher Ferne erhebenden Bergen ganz unabhängig zu sein scheinen. Warum sollte bei der fortschreitenden Abkühlung der wärmestrahlenden oberen Erdschichten, ehe noch isolirte Berge oder ganze Bergketten sich erhoben, die Oberfläche nicht vielfach gespalten worden sein? warum sollten diese Spalten nicht feuerflüssige, zu Gebirgsarten und Eruptions-Gestein erhärtete Massen (Trachyte, Dolorite, Melaphyre, Perlstein, Obsidian und Bimsstein) ausgestoßen haben? Ein Theil dieser, ursprünglich horizontal gelagerten, in zähflüssigem Zustande, wie aus Erde-Quellen,*) hervorbrechenden Trachyt- oder Dolorit-Schichten ist, bei der späteren Erhebung vulkanischer Kegel- und Glockenberge, in eine gestürzte Lage gerathen: in eine solche, welche den neueren, aus Feuerbergen entspringenden Laven keineswegs angehört. So ist, um zuerst an ein europäisches, sehr bekanntes Beispiel zu erinnern, in dem Val del Bove am Aetna (einer Aushöhlung, die tief in das Innere des Berges einschneidet) das Fallen der mit Geröll-Massen sehr regelmäßig alternirenden Lavaschichten 25° bis 30°: während daß nach Elie de Beaumont's genauen Bestimmungen die Lavaströme, welche die Oberfläche des Aetna bedecken und ihm erst seit seiner Erhebung als Berges entflossen sind, in der Mittelzahl von 30 Strömen, nur ein Gefälle von 3° bis 5° zeigen. Diese Verhältnisse deuten hin auf das Dasein sehr alter vulkanischer Formationen, auf Spalten ausgebrochen, vor der Bildung des Vulkans als eines Feuerbergs. Eine merkwürdige Erscheinung der Art bietet uns auch das Alterthum

*) Kosmos 1. Buch S. 121.

dar: eine Erſcheinung, die ſich in einer weiten Ebene, in einem Gebiete zeigte, das an allen thätigen oder erloſchenen Vulkanen entfernt liegt: auf Euböa, dem jetzigen Negroponte. „Die heftigen Erdſtöße, welche die Inſel theilweiſe erſchütterten, hörten nicht eher auf, bis ein in der Ebene von Lelantus geöffneter Erdſchlund einen Strom glühenden Schlamms (Lava) ausſtieß.“ *)

Sind, wie ich längſt zu vermuthen geneigt bin, einer erſten Spaltung der tief erſchütterten Erdrinde die älteſten, zum Theil auch gangausfüllenden Formationen des Eruptiv-Geſteins (nach ſeiner mineraliſchen Zuſammenſetzung den neueren Laven oft vollkommen ähnlich) zuzuſchreiben; ſo müſſen ſowohl dieſe Spalten, wie die ſpäter entſtandenen, ſchon minder einfachen Erhebungs-Krater doch nur als vulkaniſche Ausbruch-Oeffnungen, nicht als Vulkane ſelbſt, betrachtet werden. Der Hauptcharakter von dieſen letzteren beſteht in einer permanenten oder wenigſtens von Zeit zu Zeit erneuerten Verbindung des tiefen Heerdes mit der Atmoſphäre. Der Vulkan bedarf dazu eines eigenen Gerüſtes; denn, wie Seneca †) ſehr treffend in einem Briefe an den Lucilius ſagt: “Ignis in ipso monte non alimentum habet, sed viam.” Die vulkaniſche Thätigkeit wirkt dann formgebend, geſtaltend durch Erhebung des Bodens; nicht, wie man ehemals allgemein und ausſchließend glaubte: aufbauend durch Anhäufung von Schlacken und ſich überlagernde neue Lavaſchichten. Der Widerſtand, welchen die in allzu großer Menge gegen die Oberfläche gedrängten feuerflüſſigen Maſſen in dem Ausbruch-Canal finden, veranlaßt die Vermehrung der hebenden Kraft. Es entſteht eine „blaſenförmige Auftreibung des Bodens“, wie dies durch die regelmäßige, nach außen gekehrte Abfalls-Richtung der gehobenen Bodenſchichten bezeichnet wird. Eine minenartige Exploſion, die Sprengung des mittleren und höchſten Theils der convexen Auftreibung des Bodens, erzeugt bald allein das, was Leopold von Buch einen Erhebungs-Krater ‡) genannt hat: d. h. eine kraterförmige, rund

*) Strabo I. pag. 58 Casaub. Das Beiwort ἀλάπορος beweiſt, daß hier nicht von Schlamm-Vulkanen die Rede iſt. Wo auf dieſe Plato in ſeinen geognoſtiſchen Phantaſien anſpielt, Mythiſches mit Beobachtetem vermiſchend, ſagt er beſtimmt (im Gegenſatz der Erſcheinung, welche Strabo beſchreibt) ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί. Ueber die Benennung πηλός und ῥόαξ als vulkaniſche Ergießungen habe ich ſchon bei einer früheren Gelegenheit (Kosmos I. Buch S. 123) gehandelt; und erinnere hier nur noch an eine andere Stelle des Strabo (VI. p. 269), in der die ſich erhärtende Lava, πηλὸς μόλαξ genannt, auf das deutlichſte charakteriſirt iſt. In der Beſchreibung des Aetna heißt es: „Der in Verhärtung übergehende Glühſtrom (ῥόαξ) verſteinert die Erdoberfläche auf eine beträchtliche Tiefe, ſo daß, wer ſie aufdecken will, eine Steinbruch-Arbeit unternehmen muß. Denn da in den Kratern das Geſtein geſchmolzen und ſodann emporgehoben wird, ſo iſt die dem Gipfel entſtrömende Flüſſigkeit eine ſchwarze, den Berg herabfließende Kothmaſſe (πηλός), welche, nachher verhärtend, zum Mühlſtein wird, und dieſelbe Farbe behält, die ſie früher hatte.“

†) Kosmos I. Buch S. 124.

‡) Leopold von Buch über baſaltiſche Inſeln und Erhebungskrater in den Abhandlungen der Kön. Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin auf das J. 1818 u. 1819 S. 51; deſſelben phyſicaliſche Beſchreibung der canariſchen Inſeln 1825 S. 213, 262, 284, 313, 323 und 341. Dieſe, für die gründliche Kenntniß vulkaniſcher Erſcheinungen Epoche machende Schrift iſt die Frucht der Reiſe nach Madera und Teneriffa von Anfang April bis Ende October 1815; aber Naumann erinnert mit vielem Rechte in ſeinem Lehrbuch der Geognoſie, daß ſchon in den von Leopold von Buch 1802 aus der Auvergne geſchriebenen Briefen (geognoſtiſche Beobachtungen auf Reiſen durch Deutſchland und Italien Bd. II. S. 282) bei Gelegenheit der Beſchreibung des Mont d'Or die Theorie der Erhebungs-Krater und ihr weſentlicher Unterſchied von den eigentlichen Vulkanen ausgeſprochen wurde. Ein lehrreiches Gegenſtück zu den drei Erhebungs-Kratern der canariſchen Inſeln (auf Gran Canaria, Teneriffa und Palma) liefern die Azoren. Die vortrefflichen Karten des Capitän Vidal, deren Bekanntmachung wir der engliſchen Admiralität verdanken, erläutern die wunderſame geognoſtiſche Conſtruction dieſer Inſeln. Auf S. Miguel liegt die ungeheuer große, im J. 1444 faſt unter Cabral's Augen gebildete Caldeira das sete Cidades: ein Erhebungs-Krater, welcher zwei Seen, die Lagoa grande und die Lagoa azul, in 812 Fuß Höhe einſchließt. An Umfang iſt faſt gleich groß die Caldeira do Corvo, deren trockner Theil des Sees 1200 F. Höhe hat. Faſt dreimal höher liegen die Erhebungs-Krater von Fayal und Terceira. In derſelben Art der Ausbruch-Erſcheinungen gehören die zahlreichen, aber vergänglichen Gerüſte, welche 1691 in dem Meere um die Inſel S. Jorge und 1757 um die Inſel S. Miguel nur auf Tage ſichtbar wurden. Das vorübergehende Anſchwellen des Meeresgrundes kaum eine geographiſche Meile weſtlich von der Caldeira das sete Cidades eine größere und etwas länger dauernde Inſel (Sabrina) erzeugend, iſt bereits früher erwähnt (Kosmos I. Buch S. 125). Ueber den Erhebungs-Krater des Astruni in den phlegräiſchen Feldern und die in ſeinem Centrum emporgetriebene Trachytmaſſe als ungeöffneten glockenförmigen Hügel ſ. Leopold von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 171 und 182. Ein ſchöner Erhebungs-Krater iſt der Monſina: gemeſſen und abgebildet in Abich, geologiſche Beobachtungen über die vulkaniſchen Erſcheinungen in Unter- und Mittel-Italien 1841 Bd. I. S. 113 Taf. II.

oder ovale Einsenkung, von einem Erhebungs-Circus, einer ringförmigen, meist stellenweise eingerissenen Umwallung, begrenzt; bald (wenn die Relief-Structur eines permanenten Vulkans vervollständigt werden soll) in der Mitte des Erhebungs-Kraters zugleich einen dom- oder kegelförmigen Berg. Der letztere ist dann meist an seinem Gipfel geöffnet; und auf dem Boden dieser Oeffnung (des Kraters des permanenten Vulkans) erheben sich vergängliche Auswurfs- und Schlackenhügel, kleine und große Eruptions-Kegel, welche beim Vesuv bisweilen die Kraterränder des Erhebungs-Kegels weit überragen. Nicht immer haben sich aber die Zeugen des ersten Ausbruchs, die alten Gerüste, wie sie hier geschildert werden, erhalten. Die hohe Felsmauer, welche die peripherische Umwallung (den Erhebungs-Krater) umgiebt, ist an vielen der mächtigsten und thätigsten Vulkane nicht einmal in einzelnen Trümmern zu erkennen.

Es ist ein großes Verdienst der neueren Zeit, nicht bloß durch sorgfältige Vergleichung weit von einander entfernter Vulkane die einzelnen Verhältnisse ihrer Gestaltung genauer erforscht, sondern auch in die Sprachen bestimmtere Ausdrücke eingeführt zu haben, wodurch das Ungleichartige in den Reliefstheilen, wie in den Aeußerungen vulkanischer Thätigkeit getrennt wird. Ist man nicht entschieden allen Classificationen abhold, weil dieselben in dem Bestreben nach Verallgemeinerung noch immer nur auf unvollständigen Inductionen beruhen; so kann man sich das Hervorbrechen von feuerflüssigen Massen und festen Stoffen, von Dämpfen und Gas-Arten begleitet, auf viererlei Weise verstellen. Von den einfachen zu den zusammengesetzten Erscheinungen übergehend, nennen wir zuerst Eruptionen auf Spalten, nicht einzelne Kegelreihen bildend, sondern in geflossenem und zähem Zustande über einander gelagerte vulkanische Gebirgsmassen erzeugend; zweitens Ausbrüche durch Aufschüttungs-Kegel ohne Umwallung, und doch Lavaströme ergießend: wie fünf Jahre lang bei der Verwüstung der Insel Lancerote, in der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts drittens Erhebungs-Krater mit gehobenen Schichten, ohne Centralkegel: Lavaströme nur an der äußeren Seite der Umwallung, nie aus dem Inneren, das früh sich durch Einsturz verschließt, aussendend; viertens geschlossene Glockenberge oder an der Spitze geöffnete Erhebungs-Kegel: entweder mit einem, wenigstens theilweise erhaltenen, Circus umgeben: wie am Pic von Teneriffa, in Fogo und Rocca Monfina; oder ganz ohne Umwallung und ohne Erhebungs-Krater: wie in Island *), in den Cordilleren von Quito und dem mittleren Theile von Mexico. Die offenen Erhebungs-Kegel dieser vierten Classe bewahren eine permanente, in unbestimmten Zeiträumen mehr oder weniger thätige Verbindung zwischen dem feurig heißen Erd-Inneren und dem Luftkreise. Der an dem Gipfel verschlossen gebliebenen dom- und glockenförmigen Trachyt- und Doleritberge scheint es nach meinen Beobachtungen mehr als der offenen, noch thätigen oder erloschenen Kegel, weit mehr als der eigentlichen Vulkane zu geben. Dom- und glockenartige Bergformen: wie der Chimborazo, Puy de Dôme, Sarcouy, Rocca Monfina und Vultur, verleihen der Landschaft einen eigenen Charakter, durch welchen sie mit den Schiefer-Hörnern oder den zackigen Formen des Kalkgesteins anmuthig contrastiren.

In der uns bei Ovid „in anschaulicher Darstellung" aufbewahrten Tradition über das vulkanische Naturereigniß auf der Halbinsel Methone ist die Entstehung einer solchen Glockenform, die eines uneröffneten Berges mit methodischer Deutlichkeit bezeichnet. „Die Gewalt der in finsteren Erdhöhlen eingekerkerten Winde treibt, eine Oeffnung vergebens suchend, den gespannten Erdboden auf (extentam tumefecit humum), wie wenn man eine Blase oder einen Schlauch mit Luft anfüllt. Die hohe Anschwellung hat sich durch langsame Erhärtung in der Gestalt eines Hügels erhalten." Ich habe schon an einem anderen Orte daran erinnert, wie ganz verschieden diese römische Darstellung von

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 107.

der Aristotelischen Erzählung des vulkanischen Ereignisses auf Hiera, einer neu entstandenen Aeolischen (liparischen) Insel, ist: in welchem „der unterirdische, mächtig treibende Hauch zwar ebenfalls einen Hügel erhebt, ihn aber später zum Erguß eines feurigen Aschenregens aufbricht". Die Erhebung wird hier bestimmt als dem Flammenausbruch vorhergehend geschildert (Kosmos 1. Buch S. 125). Nach Strabo hatte der aufgestiegene rauchige Hügel von Methana sich ebenfalls in feuriger Eruption geöffnet, bei deren Ende sich nächtlich ein Wohlgeruch verbreitete. Letzterer war, was sehr auffallend ist, unter ganz ähnlichen Verhältnissen bei dem vulkanischen Ausbruch von Santorin im Herbst 1650 bemerkt, und in der bald darauf von einem Mönche gehaltenen und aufgeschriebenen Bußpredigt „ein tröstendes Zeichen" genannt worden, „daß Gott seine Heerde noch nicht verderben wolle".*) Sollte dieser Wohlgeruch nicht auf Naphtha deuten? Es wird desselben ebenfalls von Kotzebue in seiner russischen Entdeckungsreise gedacht, bei Gelegenheit eines Feuerausbruchs (1804) des aus dem Meere aufgestiegenen neuen Insel-Vulkans Umnack im aleutischen Archipel. Bei dem großen Ausbruche des Vesuvs am 12. August 1805, den ich mit Gay-Lussac beobachtete, fand Letzterer einen bituminösen Geruch im entzündeten Krater zu Zeiten vorherrschend. Ich stelle diese wenig beachteten Thatsachen zusammen, weil sie beitragen die enge Verkettung aller Aeußerung vulkanischer Thätigkeit, die Verkettung der schwachen Salsen und Naphtha-Quellen mit den wirklichen Vulkanen, zu bewähren.

Umwallungen, denen der Erhebungs-Krater analog, zeigen sich auch in Gebirgsarten, die von Trachyt, Basalt und Porphyrschiefer sehr verschieden sind: z. B. nach Elie de Beaumont's scharfsinniger Auffassung im Granit der französischen Alpenkette. Die Bergmasse von Oisans, zu welcher der höchste†) Gipfel von Frankreich, der Mont Pelvoux bei Briançon (12109 Fuß), gehört, bildet einen Circus von acht geogr. Meilen Umfang, in dessen Mitte das kleine Dorf de la Bérarde liegt. Die steilen Wände des Circus steigen über 9000 Fuß hoch an. Die Umwallung selbst ist Gneiß, alles Innere ist Granit.‡) In den schweizer und savoyer Alpen zeigt sich in klei-

*) Es ist viel gestritten worden, an welche bestimmte Localität der Ebene von Trözen oder der Halbinsel Methana sich die Beschreibung des römischen Dichters anknüpfen lasse. Mein Freund, der große, durch viele Reisen begünstigte, griechische Alterthumsforscher und Chorograph, Ludwig Roß, glaubt, daß die nächste Umgegend von Trözen keine Oertlichkeit darbietet, die man auf den blasenförmigen Hügel deuten könne, und daß, in poetischer Freiheit, Ovid das mit Naturwahrheit geschilderte Phänomen auf die Ebene verlegt habe. „Südwärts von der Halbinsel Methana und ostwärts von der trözenischen Ebene," schreibt Roß, „liegt die Insel Kalauria, bekannt als der Ort, wo Demosthenes, von den Macedoniern gedrängt, im Tempel des Poseidon das Gift nahm. Ein schmaler Meeresarm scheidet das Kalkgebirge Kalauria's von der Küste: von welchem Meeresarm (Durchfahrt, πόρος) Stadt und Insel ihren heutigen Namen haben. In der Mitte des Sundes liegt, durch einen niedrigen, vielleicht ursprünglich künstlichen Damm mit Kalauria verbunden, ein kleines conisches Eiland, in seiner Gestalt einem der Länge nach durchgeschnittenen Ei zu vergleichen. Es ist durchaus vulkanisch, und besteht aus orangegelbem und gelbrothlichem Trachyt, mit Lava-Ausbrüchen und Schlacken gemengt, fast ganz ohne Vegetation. Auf diesem Eilande steht die heutige Stadt Poros, an der Stelle der alten Kalauria. Die Bildung des Eilandes ist der der jüngeren vulkanischen Inseln im Busen von Thera (Santorin) ganz ähnlich. Ovidius ist in seiner begeisterten Schilderung wahrscheinlich einem griechischen Vorbilde oder einer alten Sage gefolgt." (Ludw. Roß in einem Briefe an mich vom November 1845.) Virlet hatte als Mitglied der französischen wissenschaftlichen Expedition die Meinung aufgestellt, daß jene vulkanische Erhebung nur ein späterer Zuwachs der Trachytmasse der Halbinsel Methana gewesen sei. Dieser Zuwachs finde sich in dem Nordwest-Ende der Halbinsel, wo lose schwarze verbrannte Gesteine, Kammeni-petra genannt, den Kammeni bei Santorin ähnlich, einen jüngeren Ursprung verrathe. Pausanias theilt die Sage der Einwohner von Methana mit: daß an der Nordküste, ehe die, noch jetzt berühmten Schwefel-Thermen ausbrachen, Feuer aus der Erde aufgestiegen sei. (Siehe Curtius, Peloponnesos Bd. I. S. 42 und 56.) Ueber den „unbeschreiblichen Wohlgeruch", welcher bei Santorin (Sept. 1650) auf den stinkenden Schwefelgeruch folgte, s. Roß, Reisen auf den griech. Inseln des ägäischen Meeres Bd. I. S. 196. Ueber den Naphtha-Geruch in den Dämpfen der Lava der 1796 erschienenen aleutischen Insel Umnack s. Kotzebue's Entdeckungs-Reise Bd. II. S. 106 u. Leop. de Buch Description phys. des Iles Canaries p. 458.

†) Der höchste Gipfel der Pyrenäen, d. i. der Pic de Nethou (der östliche und höhere Gipfel der Maladetta- oder Malabita-Gruppe) ist zweimal trigonometrisch gemessen worden, und hat nach Reboul 10737 Fuß (3488 Meter), nach Coraboeuf 10478 Fuß (3404 Meter). Er ist also an 1600 Fuß niedriger als der Mont Pelvoux in den französischen Alpen bei Briançon. Dem Pic de Nethou sind in den Pyrenäen am nächsten an Höhe der Pic Posets oder Eristé, und aus der Gruppe des Marboré der Mont-perdu und der Cylindre.

‡) Mémoire pour servir à la Description géologique de la France T. II. p. 339. Vergl. über Vallées of elevation und encircling Ridges in der silurischen Formation die vortrefflichen Schilderungen von Sir Roderick Murchison in the Silurian System P. I. p. 427—442.

imenſionen mehrfach dieſelbe Geſtaltung. Das Grand-Plateau des Montblanc, in
n Bravais und Martins mehrere Tage campirt haben, iſt ein geſchloſſener Circus
t ebenem Boden in 12020 Fuß Höhe; ein Circus, aus dem ſich die coloſſale Gipfel-
ide erhebt.*) Dieſelben hebenden Kräfte bringen, doch durch die Zuſammen-
der Gebirgsarten modificirt, ähnliche Formen hervor. Auch die von Hoffmann,
nd, Murchiſon und Thurmann beſchriebenen Ring- und Keſſelthäler (valleys
ration) im Sediment-Geſtein des nördlichen Deutſchlands, in Herefordſhire und dem
Gebirge von Porrentruy hangen mit den hier beſchriebenen Erſcheinungen zuſammen:
och in geringerem Maaße der Analogie, einige, von allen Seiten durch Bergmaſſen
eſchloſſene Hochebenen der Cordilleren, in denen die Städte
arca (8784 F.), Bogota (8190 F.) und Mexico (7008 F.) liegen; wie im Himalaya
ſſelthal von Kaſchmir (5460 F.).

nder mit den Erhebungs-Kratern verwandt als mit der oben geſchilderten
ſten Form vulkaniſcher Thätigkeit (der Wirkung aus bloßen Spalten) ſind unter den
enen Vulkanen der Eifel die zahlreichen Maare: keſſelförmige Einſenkungen in
ulkaniſchem Geſtein (devoniſchem Schiefer) und von wenig erhabenen Rändern um-
die ſie ſelbſt gebildet. „Es ſind gleichſam Minen-Trichter, Zeugen minen-
ger Ausbrüche," welche an das von mir beſchriebene ſonderbare Phänomen der bei
rdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) auf den Hügel de la Culca †) geſchleu-
menſchlichen Gebeine erinnern. Wenn einzelne, nicht ſehr hoch liegende Maare:
Eifel, in der Auvergne, oder auf Java, mit Waſſer gefüllt ſind; ſo mögen in dieſem
nde ſolche ehemaligen Exploſions-Krater mit dem Namen cratères-lacs
werden; aber als eine ſynonyme Benennung für Maar ſollte das Wort, glaube
cht im allgemeinen genommen werden, da auf den Gipfeln der höchſten Vulkane, auf
n Erhebungs-Kegeln, in erloſchenen Krateren: z. B. auf dem mexicaniſchen
n von Toluca in 11490 Fuß und auf dem caucaſiſchen Elburuz in 18500 F. Höhe,
Seen von mir und Abich gefunden worden ſind. Man muß bei den Eifeler
kanen zwei Arten der vulkaniſchen Thätigkeit, ſehr ungleichen Alters, ſorgfältig
nander unterſcheiden: die, Lavaſtröme entſendenden, eigentlichen Vulkane;
ie ſchwächeren Ausbruchs-Phänomene der Maare. Zu den erſteren gehören: der
iſche, olivinreiche, in aufrecht ſtehende Säulen geſpaltene Lavaſtrom im Uesbach-
bei Bertrich ‡); der Vulkan von Gerolſtein, welcher in einem, Dolomit enthaltenden,
evoniſchen Grauwacken-Schiefern muldenförmig eingelagerten Kalkſtein ſeinen Sitz
nd der lange Rücken des Moſenberges (1645 Fuß über dem Meere), unweit Betten-
weſtlich von Manderſcheid. Der letztgenannte Vulkan hat drei Kratere, deren erſter
weiter, die nördlichſten, vollkommen rund und auf dem Boden mit Torfmooren bedeckt
während aus dem dritten, ſüdlichſten ||) Krater ein mächtiger, röthlichbrauner, tiefer
das Thal der kleinen Kyll hin ſäulenförmig abgeſonderter Lavaſtrom herabfließt.

---

*) Bravais und Martins, Observ. faites au
et et au Grand Plateau du Mont-Blanc, im
aire météorol. de la France pour 1850 p. 131.
Kosmos 4. Buch S. 725. Ich habe die Ei-
ulkane zweimal, bei ſehr verſchiedenen Zuſtänden
twickelung der Geognoſie: im Herbſte 1794 und
uni 1845, beſucht: das erſte Mal in der Um-
des Laacher Sees und der, damals dort noch
eiſtlichen bewohnten Abtei: das zweite Mal in
gegend von Bertrich, dem Moſenberge und den
Maaren: immer nur auf wenige Tage. Da
der letzten Excurſion das Glück genoß meinen in-
reund, den Berghauptmann von Dechen, beglei-
können; ſo habe ich, durch einen vieljährigen
echſel und durch Mittheilung wichtiger hand-
icher Aufſätze, die Beobachtungen dieſes ſcharf-
ſinnigen Geognoſten frei benutzen dürfen. Oft habe
ich, wie es meine Art iſt, durch Anführungszei-
chen das unterſchieden, was ich wörtlich dem Mitge-
theilten entlehnte.

†) H. von Dechen, geogn. Ueberſicht der Umgegend
von Bad Bertrich 1847 S. 11—51.

‡) Stengel in Nöggerath, das Gebirge von
Rheinland und Weſtphalen Bd. I. S. 79 Tafel III.
Vergl. auch die vortrefflichen, die Eifel und das Neu-
wieder Becken umfaſſenden Erläuterungen C. von
Oeynhauſen's zu ſeiner geogr. Karte des Laacher
Sees 1847 S. 34, 39 und 42. Ueber die Maare ſ.
Steininger, geognoſtiſche Beſchreibung der Eifel
1853 S. 113. Seine früheſte verdienſtliche Arbeit,
„die erloſchenen Vulkane in der Eifel und am Nieder-
Rhein", iſt von 1820.

Eine merkwürdige, lavagebenden Vulkanen im allgemeinen fremdartige Erscheinung ist es, daß weder am Mosenberge, noch am Gerolstein, noch in andern eigentlichen Vulkanen der Eifel die Lava-Ausbrüche an ihrem Ursprunge von einer trachytischen Gebirgsart stätig umgeben sind; sondern, so weit sie der Beobachtung zugänglich werden, unmittelbar aus den devonischen Schichten hervorkommen. Die Oberfläche des Mosenberges bezeugt gar nicht, was in der Tiefe verborgen ist. Die augithaltigen Schlacken, welche zusammenhangend in Basaltströme übergehen, enthalten kleine gebrannte Schieferstücke, aber keine Spur von eingeschlossenem Trachyt. Die letzteren Einschlüsse sind auch nicht zu finden am Krater des Rodderberges, der doch der größten Trachytmasse der Rheingegend, dem Siebengebirge, so nahe ist.

„Die Maare scheinen," wie der Berghauptmann von Dechen scharfsinnig bemerkt, „in ihrer Bildung ziemlich derselben Epoche anzugehören als die Ausbrüche der Lavaströme, der eigentlichen Vulkane. Beide liegen in der Nähe tief eingeschnittener Thäler. Die lavagebenden Vulkane waren entschieden zu einer Zeit thätig, als die Thäler bereits sehr nahe ihre heutige Form erhalten hatten; auch sieht man die ältesten Lavaströme dieses Gebietes in die Thäler herabstürzen." Die Maare sind von Fragmenten devonischer Schiefer und von aufgeschüttetem grauem Sande und Tuffrändern umgeben. Der Laacher See: man mag ihn nun als ein großes Maar oder, wie mein vieljähriger Freund C. von Oeynhausen, (gleich dem Becken von Wehr) als Theil eines großen Kesselthales im Thonschiefer betrachten; zeigt an dem ihn umgebenden Kranze einige vulkanische Schlacken-Ausbrüche: so am Krufter-Ofen, am Veitskopf und Laacher Kopf. Es ist aber nicht bloß der gänzliche Mangel von Lavaströmen, wie sie an dem äußeren Rande wirklicher Erhebungs-Krater oder ganz in ihrer Nähe auf den canarischen Inseln zu beobachten sind; es ist nicht die unbedeutende Höhe des Kranzes, der die Maare umgiebt: welche dieselben von den Erhebungs-Krateren unterscheiden; es fehlt den Rändern der Maare eine regelmäßige, als Folge der Hebung stets nach außen abfallende Gesteinsschichtung. Die in den devonischen Schiefer eingesenkten Maare erscheinen, wie schon oben bemerkt, als Minen-Trichter, in welche nach der gewaltsamen Explosion den heißen Gas-Arten und Dämpfen die ausgestoßenen lockern Massen (Rapilli) größtentheils zurückgefallen sind. Ich nenne hier beispielsweise nur das Immerather, das Pulver- und Meerfelder Maar. In der Mitte des ersteren, dessen trockener Boden, in zweihundert Fuß Tiefe, cultivirt wird, liegen die beiden Dörfer Ober- und Unter-Immerath. Hier finden sich in dem vulkanischen Tuff der Umgebung, ganz wie am Laacher See, Gemenge von Feldspath und Augit als Kugeln, in welche Theilchen von schwarzem und grünem Glase eingesprengt sind. Aehnliche Kugeln von Glimmer, Hornblende und Augit, voll von Verglasungen, enthalten auch die Tuffkränze des Pulver-Maares bei Gillenfeld, das aber gänzlich in einen tiefen See umgewandelt ist. Das regelmäßig runde, theils mit Wasser, theils mit Torf bedeckte, Meerfelder Maar zeichnet sich geognostisch durch die Nähe der drei Krater des großen Mosenbergs aus, deren südlichster einen Lavastrom gegeben hat. Das Maar liegt jedoch 600 Fuß tiefer als der kaum Rücken des Vulkans, und an seinem nördlichen Ende, auch nicht in der Achse der Krater-Reihe, mehr im Nordwesten. Die mittlere Höhe der Eifeler Maare über der Meeresfläche fällt zwischen 865 F. (Laacher See?) und 1490 F. (Mosbrucher Maar).

Da hier besonders der Ort ist darauf aufmerksam zu machen, wie gleichmäßig und übereinstimmend in der stoffartig producirenden Wirksamkeit die vulkanische Thätigkeit sich bei den verschiedensten Formen des äußeren Gerüstes (als Maaren, als umwallten Erhebungs-Kratern oder am Gipfel geöffneten Kegeln) zeigt; so erwähne ich der auffallenden Reichhaltigkeit von krystallisirten Mineralien, welche die Maare bei ihrer ersten Explosion ausgestoßen haben und die jetzt zum Theil in den Tuffen vergraben liegen. In der Umgebung des Laacher Sees ist diese Reichhaltigkeit allerdings am größten; aber auch unter

Maare, z. B. das Immerather und das, an Olivin-Kugeln reiche Meerfelder, enthalten ausgezeichnete kryſtalliniſche Maſſen. Wir nennen hier: Zirkon, Hauyn, Leucit*), Apatit, Noſean, Olivin, Augit, Rhyakolith, gemeinen Feldſpath (Orthoklas), glaſigen Feldſpath (Sanidin), Glimmer, Sodalit, Granat und Titan-Eiſen. Wenn die Zahl der ſchönen kryſtalliſirten Mineralien am Veſuv ſo vielmal größer iſt (Scacchi zählt deren 43 Arten), ſo darf man nicht vergeſſen, daß ſehr wenige derſelben vom Veſuv ausgeſtoßen werden; und daß die größere Zahl dem Theil der ſogenannten Auswürflinge des Veſuvs angehört, die nach Leopolds von Buch Meinung †), „dem Veſuv gänzlich fremd, einer, weit über Capua hinaus verbreiteten Tuff-Bedeckung beizuzählen ſind, welche von dem aufſteigenden Kegel des Veſuvs mit emporgehoben wurde und wahrſcheinlich das Erzeugniß einer ſubmarinen, tief im Inneren verborgenen, vulkaniſchen Wirkung geweſen iſt."

Gewiſſe beſtimmte Richtungen der verſchiedenartigen Erſcheinungen vulkaniſcher Thätigkeit ſind auch in der Eifel nicht zu verkennen. „Die, Lavaſtröme erzeugenden Ausbrüche der hohen Eifel liegen auf einer Spalte, faſt 7 Meilen lang, von Bertrich bis zum Goldberg bei Ormond, von Südoſt nach Nordweſt gerichtet; dagegen folgen die Maare, von dem Meerfelder an bis Mosbruch und zum Laacher See hin, einer Richtungslinie von Südweſt gegen Nordoſt. Die beiden angegebenen Hauptrichtungen ſchneiden ſich in den drei Maaren von Daun. In der Umgegend des Laacher Sees iſt nirgends Trachyt an der Oberfläche ſichtbar. Auf das Vorkommen dieſer Gebirgsart in der Tiefe weiſen nur hin die eigenthümliche Natur des ganz feldſpathartigen Laacher Bimsſteins, wie die ausgeworfenen Bomben von Augit und Feldſpath. Sichtbar ſind aber Eifeler Trachyte, aus Feldſpath und großen Hornblende-Kryſtallen zuſammengeſetzt, nur zwiſchen Baſaltberge vertheilt: ſo im Sellberg (1776 F.) bei Quiddelbach, in der Anhöhe von Struth, bei Kelberg, und in dem wallartigen Bergzuge von Reimerath bei Boos."

Nächſt den lipariſchen und Ponza-Inſeln haben wohl wenige Theile von Europa eine größere Maſſe von Bimsſtein hervorgebracht als dieſe Gegend Deutſchlands, welche bei verhältnißmäßig geringer Erhebung ſo verſchiedene Formen vulkaniſcher Thätigkeit in Maaren (cratères d'explosion), Baſaltbergen und lava-ausſtoßenden Vulkanen darbietet. Die Hauptmaſſe des Bimsſteines liegt zwiſchen Nieder-Mendig und Sorge, Andernach und Rübenach; die Hauptmaſſe des Duckſteins oder Traß (eines durch Waſſer abgeſetzten, ſehr neuen Conglomerats) liegt im Brohlthale, von ſeiner Mündung in den Rhein aufwärts bis Burgbrohl, bei Plaidt und Kruft. Die Traß-Formation des Brohlthales enthält, neben Fragmenten von Grauwacken-Schiefer und Holzſtücken, Bimsſtein-Brocken: die ſich durch nichts von dem Bimsſtein unterſcheiden, welcher die oberflächliche Bedeckung der Gegend, ja auch die des Duckſteins ſelbſt ausmacht. Ich habe immer, trotz einiger Analogien, welche die Cordilleren darzubieten ſcheinen, daran gezweifelt, daß man den Traß Schlamm-Ausbrüchen aus lavagebenden Eifler Vulkanen zuſchreiben könne.

*) Der Leucit (gleichartig vom Veſuv, von Rocca di Papa im Albaner Gebirge, von Viterbo, von der Rocca Monfina: nach Pilla bisweilen von mehr als 3 Zoll Durchmeſſer, und aus dem Dolerit des Kaiſerſtuhls im Breisgau) findet ſich auch „anſtehend als Leucit-Geſtein in der Eifel am Burgberge bei Rieden. Der Tuff ſchließt in der Eifel große Blöcke von Leucitlava ein bei Boll und Weibern." — Ich kann der Verſuchung nicht widerſtehen, einem von Mitſcherlich vor wenigen Wochen in der Berliner Akademie gehaltenen, chemiſch-geognoſtiſchen Vortrage folgende wichtige Bemerkung aus einer Handſchrift zu entnehmen: „Nur Waſſerdämpfe können die Auswürfe der Eifel bewirkt haben; ſie würden aber den Olivin und Augit zu den feinſten Tropfen zertheilt und zerſtäubt haben, wenn ſie dieſe noch flüſſig getroffen hätten. Der Grundmaſſe in den Auswürflingen ſind aufs innigſte, z. B. am Dreiſer Weiher, Bruchſtücke des zertrümmerten alten Gebirges eingemengt, welche häufig zuſammengeſintert ſind. Die großen Olivin- und die Augitmaſſen finden ſich ſogar in der Regel mit einer dicken Kruſte dieſes Gemenges umgeben; nie kommt im Olivin oder Augit ein Bruchſtück des älteren Gebirges vor: beide waren alſo ſchon fertig gebildet, ehe ſie an die Stelle gelangten, wo die Zertrümmerung ſtatt fand. Olivin und Augit hatten ſich alſo aus der flüſſigen Baſaltmaſſe ſchon ausgeſondert, ehe dieſe eine Waſſer-Anſammlung oder eine Quelle traf, die das Herauswerfen bewirkte." Vergl. über die Bomben auch einen älteren Aufſatz von Leonhard Horner in den Transactions of the Geological Soc. 2d Serie Vol. IV. Part. 2. 1837 p. 467.

†) Leop. von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 179. Nach Scacchi gehören die Auswürflinge zu dem erſten Ausbruch des Veſuvs im Jahr 79; Leonhard's neues Jahrbuch für Mineral. Jahrg. 1853 S. 259.

Ich vermuthe vielmehr mit H. von Dechen, daß der Bimsstein trocken ausgeworfen wurde und daß der Traß sich nach Art anderer Conglomerate bildete. „Der Bimsstein ist dem Siebengebirge fremd; und der große Bimsstein-Ausbruch der Eifel, dessen Hauptmasse noch über dem Löß liegt und in einzelnen Theilen mit demselben abwechselt, mag, nach der Vermuthung, zu welcher die Localverhältnisse führen, im Rheinthale oberhalb Neuwied, in dem großen Neuwieder Becken, vielleicht nahe bei Urmits auf der linken Seite des Rheins statt gefunden haben. Bei der Zerreiblichkeit des Stoffes mag die Ausbruch-Stelle durch die spätere Einwirkung des Rheinstromes spurlos verschwunden sein. In dem ganzen Strich der Eifeler Maare wie in dem der Eifeler Vulkane von Bertrich bis Dreimond wird kein Bimsstein gefunden. Der des Lacher Sees ist auf dessen Randgebirg beschränkt; und an den übrigen Maaren gehen die kleinen Stücke von Feldspath-Gestein, die im vulkanischen Sande und Tuff liegen, nicht in Bimsstein über."

Wir haben bereits oben die Altersverhältnisse der Maare und der, von ihnen so verschiedenen Ausbrüche der Lavaströme zu der Thalbildung berührt. „Der Trachyt des Siebengebirges scheint viel älter als die Thalbildung, sogar älter als die rheinische Braunkohle. Sein Hervortreten ist der Aufreißung des Rheinthales fremd geweſen, selbst wenn man dieses Thal einer Spaltenbildung zuschreiben sollte. Die Thalbildung ist wesentlich jünger als die rheinische Braunkohle, jünger als der meiste rheinische Basalt; dagegen älter als die vulkanischen Ausbrüche mit Lavaströmen, älter als der große Bimsstein-Ausbruch und der Traß. Basaltbildungen reichen bestimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmasse des Basaltes ist daher für jünger als der Trachyt anzusehn. An den jetzigen Gehängen des Rheinthals wurden viele Basaltgruppen (Unkeler Steinbruch, Rolandseck, Godesberg) erst durch die Thal-Eröffnung bloß gelegt, da sie wahrscheinlich bis dahin im devonischen Grauwacken-Gebirge eingeschlossen waren."

Die Infusorien, deren, durch Ehrenberg erwiesene, so allgemeine Verbreitung auf den Continenten, in den größten Tiefen des Meeres wie in den hohen Schichten des Luftkreises zu den glänzendsten Entdeckungen unsres Zeitalters gehört: haben in der vulkanischen Eifel ihren Hauptsitz in den Rapillen, Trafschichten und Bimsstein-Conglomeraten. Kieselschalige Organismen füllen das Brohlthal und die Auswürflinge von Hochsimmern; bisweilen sind sie im Traß mit unverkohlten Zweigen von Coniferen vermengt. Das ganze kleine Leben ist nach Ehrenberg ein Süßwasser-Gebilde; und nur ausnahmsweise zeigen sich in der obersten Ablagerung von dem zerreiblichen, gelblichen Löß am Fuß und an den Abhängen des Siebengebirges (auf die brakische vormalige Küstennatur hindeutend) Polythalamien des Meeres.*)

Ist das Phänomen der Maare auf das westliche Deutschland beschränkt? Graf Montlosier, der die Eifel durch eigene Beobachtungen von 1819 kannte und den Mejsberg für einen der schönsten Vulkane erkennt, den er je gesehen, zählt (wie Rozet) zu den Maaren oder Explosions-Krateren den Gouffre de Tazenat, den Lac Pavin und Lac de la Godivel in der Auvergne. Sie sind in sehr verschiedenartigen Gebirgsarten, in Granit, Basalt und Domit (Trachyt-Gestein), eingeschnitten, an den Rändern mit Schlacken und Rapilli umgeben. †)

*) Ueber Bildungsalter des Rheinthals s. H. von Dechen, geogn. Beschr. des Siebengebirges in den Verhandlungen des naturhist. Vereins der Preußischen Rheinlande und Westphalens 1852 S. 556—559. — Von den Infusorien der Eifel handelt Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin 1844 S. 337, 1845 S. 133 und 148, 1846 S. 161—171. Der mit infusorien-haltigen Bimsstein-Brocken erfüllte Traß von Brohl bildet Hügel bis zu 800 Fuß Höhe.

†) Vergl. Rozet in den Mémoires de la Société géologique, 2ème Série T. I. p. 119. Auch auf der Insel Java, dieser wunderbaren Stätte vulkanischer Thätigkeit, findet man „Krater ohne Kegel, gleichsam flache Vulkane" (Junghuhn, Java, Gestalt und Pflanzendecke, Lief. VII. S. 646), welche den Maaren analog. Ohne alle Rand-Erhöhung liegen sie zum Theil in ganz flachen Gegenden der Gebirge, haben eckige Bruchstücke der gesprengten Gebirgsschichten um sich her zerstreut, und stoßen jetzt nur Gas-Arten und Dämpfe aus.

Die Gerüste, welche eine mächtigere Ausbruch-Thätigkeit der Vulkane durch Hebung des Bodens und Lava-Erguß aufbaut, erscheinen wenigstens in sechsfacher Gestalt, und lehren in der Verschiedenheit dieser Gestaltung in den entferntesten Zonen der Erde wieder. Wer in vulkanischen Gegenden zwischen Basalt- und Trachytbergen geboren ist, fühlt sich oft heimisch da, wo dieselben Gestalten ihn anlächeln. Bergformen gehören zu den wichtigsten bestimmenden Elementen der Physiognomik der Natur; sie geben der Gegend, je nachdem sie sich mit Vegetation geschmückt oder in öder Nacktheit erheben, einen fröhlichen, oder einen ernsten, großartigen Charakter. Ich habe ganz neuerlich versucht, in einem besonderen Atlas eine Zahl von Umrissen der Cordilleren von Quito und Mexico, nach eigenen Zeichnungen entworfen, neben einander zu stellen. Wie der Basalt bald in kegelförmigen, am Gipfel etwas abgerundeten Kuppen, bald als nahe an einander gereihte Zwillingsberge von ungleicher Höhe, bald als ein langer horizontaler Rücken, von einer höheren Kruppe an jeglichem Ende begrenzt, auftritt; so unterscheidet man vorzugsweise im Trachyt die majestätische Domform*) (Chimborazo, 20100 Fuß): welche nicht mit der Form, ebenfalls ungeöffneter, aber schlankerer Glockenberge zu verwechseln ist. Die Kegelgestalt ist am vollkommensten †) im Cotopaxi (17712 F.) ausgeprägt; nächst dem im Popocatepetl ‡) (16632 F.), wie er am schönen Ufer des Sees von Tezcuco oder von der Höhe der alt-mexicanischen Treppen-Pyramide von Cholula gesehen wird; und im Vulkan ‖) von Orizaba (16302 F., nach Ferrer 16776 F.). Eine stark abgestumpfte Kegelform §) zeigt der Nevado de Cayambe-Urcu (18170 F.), den der Aequator durchschneidet; wie der Vulkan von Tolima (17010 F.): am Fuß des Paramo de Quindiu, bei dem Städtchen Ibague, über dem Urwald sichtbar. ¶) Einen langgestreckten Rücken bildet zum Erstaunen des Geognosten der Vulkan von Pichincha (14910 F.), an dessen einem, wenig höheren Ende der weite, noch entzündete Krater **) liegt.

Durch große Naturbegebenheiten veranlaßte Einstürze von Kraterwänden oder Zerreißung derselben durch minenartige Explosion aus dem tiefen Inneren bringen in Kegelbergen sonderbare und contrastirende Formen hervor: so die Spaltung in Doppel-Pyramiden von mehr oder minder regelmäßiger Art bei dem Carguairazo (14700 F.), plötzlich eingestürzt ††) in der Nacht vom 19. Juli 1698, und bei den schöneren Pyramiden ‡‡) von Ilumisa (16362 F.); so eine Crenulirung der oberen Kraterwände, bei welcher zwei, sehr gleichartige, gegen einander anstrebende Hörner die primitive, vormalige Form ahnden lassen, (Capac-Urcu, Cerro del Altar, jetzt nur von 16380 Fuß Höhe). Es hat sich unter den Eingeborenen des Hochlandes von Quito, zwischen Chambo und Lican, zwischen den Gebirgen von Condorasto und Cuvillan, allgemein die Sage erhalten, daß der Gipfel des hier zuletzt genannten Vulkans 14 Jahre vor dem Einfall von Huayna Capac, dem Sohne des Inca Tupac Yupanqui, nach Ausbrüchen, die ununterbrochen sieben bis acht Jahre dauerten, eingestürzt sei und das ganze Plateau, in welchem Neu-Riobamba liegt, mit Bimsstein und vulkanischer Asche bedeckt habe. Der Vulkan, ursprünglich höher als der Chimborazo, wurde in der Inca- oder Quichua-Sprache capac, der König oder Fürst der Berge (urcu), genannt, weil die Eingeborenen seinen Gipfel sich mehr über

*) Humboldt, Umrisse von Vulkanen der Cordilleren von Quito und Mexico, ein Beitrag zur Physiognomik der Natur, Tafel IV. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 183—205).

†) Umrisse von Vulkanen Tafel VI.

‡) A. a. O. Tafel VIII. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 463—467). Ueber die topographische Lage des Popocatepetl (rauchender Berg in aztekischer Sprache) neben der (liegenden) weißen Frau, Ixtaccihuatl, und sein geographisches Verhältniß zu dem westlichen See von Tezcuco und der östlich gelegenen Pyramide von Cholula s. meinen Atlas géogr. et phys. de la Nouvelle-Espagne Pl. 3.

‖) Umrisse von Vulkanen Tafel IX; der Sternberg, in aztekischer Sprache Citlaltepetl; Kleinere Schriften Bd. I. S. 467—470 und mein Atlas géogr. et phys. de la Nouv. Espagne Pl. 17.

§) Umrisse von Vulkanen Tafel II.

¶) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique (fol.) Pl. LXII.

**) Umrisse von Vulkanen Tafel I. und X. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 1—99).

††) Umrisse von Vulkanen Tafel IV.

‡‡) A. a. O. Tafel III. und VII.

die untere Schneegrenze erheben sahen als bei irgend einem anderen Berge der Umgegend.*) Der Große Ararat, dessen Gipfel (16026 F.) Friedrich Parrot im Jahr 1829, Abich und Chodzko in den Jahren 1845 und 1850 erreicht haben, bildet, wie der Chimborazo, einen ungeöffneten Dom. Seine mächtigen Lavaströme sind tief unterhalb der Schneegrenze ausgebrochen. Ein wichtiger Charakter in der Gestaltung des Ararat ist ein Seitenschlund, der tiefe Ausschnitt des Jacobs-Thales, das man mit dem Val del Bove des Aetna vergleichen kann. In demselben wird, nach Abich's Beobachtung, erst recht eigentlich die innere Structur von dem Kern des trachytischen Glockenberges sichtbar, da dieser Kern und die Erhebung des ganzen Ararats um vieles älter sind als die Lavaströme. †) Der Kasbegk und Tschegem, welche auf demselben caucasischen Haupt-Bergrücken (OSO—WNW) ausgebrochen sind als der Elburuz (18500 F.), sind ebenfalls Kegel ohne Gipfel-Krater, während der colossale Elburuz auf seinem Gipfel einen Kratersee trägt.

Da Kegel- und Domformen in allen Weltgegenden bei weitem die häufigsten sind, so ist, wie vereinzelt in der Gruppe der Vulkane von Quito, um desto merkwürdiger der lange Rücken des Vulkans von Pichincha. Ich habe mich mit seiner Gestaltung lange und sorgfältig beschäftigt, und neben seiner, auf viele Winkelmessungen gegründeten Profil-Ansicht auch eine topographische Skizze seiner Queerthäler veröffentlicht. ‡). Pichincha bildet eine über zwei geographische Meilen lange Mauer von schwarzem Trachyt-Gestein (zusammengesetzt aus Augit und Oligoklas), auf einer Spalte in der westlichsten, der Südsee nahen Cordillere gehoben, ohne daß die Achse des hohen Bergrückens mit der der Cordillere, der Richtung nach, zusammentrifft. Auf dem Rücken der Mauer folgen, castellartig aufgesetzt, von SW gen NO die drei Kuppen: Cuntur-guachana, Guagua-Pichincha (das Kind des alten Vulkans) und el Picacho de los Ladrillos. Der eigentliche Feuerberg (Vulkan) wird der Vater oder Alte, Rucu-Pichincha, genannt. Er ist der einzige Theil des langen Bergrückens, welcher in die ewige Schneeregion reicht: also sich zu einer Höhe erhebt, welche die Kuppe von Guagua-Pichincha, dem Kinde, etwa um 180 Fuß übersteigt. Drei thurmartige Felsen umgeben den ovalen Krater, der etwas südwestlicher, also außerhalb der Achsenrichtung einer, im Mittel 14706 Fuß hohen Mauer, liegt. Ich bin auf den östlichsten Felsthurm im Frühjahr 1802 allein mit dem Indianer Felipe Aldas gelangt. Wir standen dort am äußersten Kraterrande, ohngefähr

*) Lange vor der Ankunft von Bouguer und La Condamine (1736) in der Hochebene von Quito, lange vor den Barameſſungen der Astronomen wußten dort die Eingeborenen, daß der Chimborazo höher als alle anderen Nevados (Schneeberge) der Gegend sei. Sie hatten zwei, sich fast im ganzen Jahre überall gleich bleibende Niveau-Linien erkannt: die der unteren Grenze des ewigen Schnees; und die Linie der Höhe, bis zu welcher ein einzelner, zufälliger Schneefall herabreicht. Da in der Aequatorial-Gegend von Quito, wie ich durch Messungen an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 255) erwiesen habe, die Schneelinie nur um 180 Fuß Höhe an dem Abhange von sechs der höchsten Colosse variirt; und da diese Variation, wie noch kleinere, welche Localverhältnisse erzeugen, in einer großen Entfernung gesehen (die Höhe des Gipfels vom Montblanc ist der Höhe der unteren Aequatorial-Schneegrenze gleich), dem bloßen Auge unbemerkbar wird: so entsteht durch diesen Umstand für die Tropenwelt eine scheinbar ununterbrochene Regelmäßigkeit der Schneebedeckung, d. h. der Form der Schneelinie. Die landschaftliche Darstellung dieser Horizontalität setzt die Physiker in Erstaunen, welche nur an die Unregelmäßigkeit der Schneebedeckung in der veränderlichen, sogenannten gemäßigten Zone gewöhnt sind. Die Gleichheit der Schneehöhe um Quito und die Kenntniß von dem Maximum ihrer Oscillation bietet senkrechte Basen von 14800 Fuß über der Meeresfläche, von 6000 Fuß über der Hochebene dar, in welcher die Städte Quito, Hambato und Nuevo Riobamba liegen: Basen, die mit sehr genauen Messungen von Höhenwinkeln verbunden, zu Distanz-Bestimmungen und mannigfaltigen trigonographischen, schnell auszuführenden Arbeiten benutzt werden können. Die zweite der hier bezeichneten Niveau-Linien: die Horizontale, welche den unteren Theil eines einzelnen, zufälligen Schneefalles begrenzt, entscheidet über die relative Höhe der Bergkuppen, welche in die Region des ewigen Schnees nicht hineinreichen. Von einer langen Kette solcher Bergkuppen, die man irrigerweise für gleich hoch gehalten hat, bleiben viele unterhalb der temporären Schneelinie; und der Schneefall entscheidet so über das relative Höhenverhältniß. Solche Betrachtungen über perpetuirliche und zufällige Schneegrenzen habe ich in dem Hochgebirge von Quito, wo die Sierras nevadas oft einander genähert sind ohne Zusammenhang ihrer ewigen Schneedecken, auch dem Wunsch roher Landleute und Hirten vernommen. Eine grossartige Natur schärft anregend die Empfänglichkeit bei einzelnen Individuen unter den farbigen Eingeborenen selbst da, wo sie auf der tiefsten Stufe der Cultur stehen.

†) Abich in dem Bulletin de la Société de Géographie, 4ème Série T. I. (1851) p. 317, mit einer sehr schönen Darstellung der Gestalt des alten Vulkans.

‡) Humboldt, Vues des Cord. p. 203 Pl. LXI und Atlas de la Relat. hist. du Voyage Pl. 27.

2300 Fuß hoch über dem Boden des entzündeten Schlundes. Sebastian Wisse, welchem während seines langen Aufenthaltes in Quito die physikalischen Wissenschaften so viele interessante Beobachtungen verdanken, hat die Kühnheit gehabt, im Jahre 1845 mehrere Nächte in einem Theile des Kraters von Rucu-Pichincha zuzubringen, wo das Thermometer gegen Sonnen-Aufgang 2° unter den Nullpunkt fiel. Der Krater ist durch einen, mit verglasten Schlacken bedeckten Felskamm in zwei Theile getheilt. Der östliche liegt über tausend Fuß tiefer als der westliche, und ist jetzt der eigentliche Sitz vulkanischer Thätigkeit. Dort erhebt sich ein Auswurfs-Kegel von 250 Fuß Höhe. Er wird von mehr als 70 entzündeten, Schwefeldampf ausstoßenden Fumarolen umgeben.*) Aus diesem kreisrunden, östlichen Krater, der jetzt an den minder warmen Stellen mit Stauden schilfartiger Gräser und einer bromelienblättrigen Pourretia bedeckt ist, sind wahrscheinlich die feurigen Schlacken-, Bimsstein- und Aschen-Auswürfe des Rucu-Pichincha von 1539, 1560, 1566, 1577, 1580 und 1660 erfolgt. Die Stadt Quito war damals oft tagelang durch die fallenden, staubartigen Kapilli in tiefe Finsterniß gehüllt.

Zu der selteneren Gestaltungs-Classe der Vulkane, welche langgestreckte Rücken bilden, gehören in der Alten Welt: der Galungung, mit einem großen Krater, im westlichen Theile von Java;†) die Doleritmasse des Schiweluttsch auf Kamtschatka, eines Kettengebirges, auf dessen Kamme sich einzelne Kuppen bis zu der Höhe von 9540 Fuß erheben;‡) der Hekla, von der Nordwest-Seite, in normaler Richtung auf die Haupt- und Längenspalte, gesehen, über der er hervorgebrochen ist, als ein breiter, mit verschiedenen kleinen Hörnern versehener Gebirgsburg. Seit den letzten Eruptionen von 1845 und 1846, die einen Lavastrom von 2 geogr. Meilen Länge und an einigen Stellen von ½ Meile Breite, dem Aetna-Strome von 1669 vergleichbar, gegeben haben, liegen auf dem Rücken des Hekla in einer Reihe fünf kesselförmige Krater. Da die Hauptspalte Nord 65° Ost gerichtet ist, so erscheint der Vulkan, von Selsundsfjäll, d. h. von der Südwest-Seite, also im Queerschnitt, gesehen, als ein spitziger Kegelberg.§)

Wie die Gestalten der Feuerberge so auffallend verschieden sind (Cotopaxi und Pichincha), ohne daß die ausgestoßenen Stoffe und die chemischen Processe des tiefen Inneren sich ändern; so ist die relative Stellung der Erhebungs-Kegel bisweilen noch sonderbarer. Auf Luzon, in der Inselgruppe der Philippinen, erhebt sich der noch thätige Vulkan von Taal, dessen zerstörendster Ausbruch der vom Jahr 1754 war, mitten in einem, von Crocodilen bewohnten, großen See (laguna de Bombon genannt). Der Kegel, der auf der Kotzebue'schen Entdeckungsreise erstiegen ward, hat einen Kratersee, aus welchem wiederum ein Ausbruch-Kegel mit einem zweiten Krater aufsteigt.§) Diese Beschreibung erinnert unwillkührlich an Hanno's Reisejournal, in dem einer Insel gedacht wird, einen kleinen See einschließend, aus dessen Mitte sich eine zweite Insel erhebt. Das Phänomen soll zweimal vorkommen: einmal im Golf des Westlichen Hornes, und dann in der Bai

---

*) Kleinere Schriften Bd. I. S. 61, 81, 83 und 88.

†) Junghuhn, Reise durch Java 1845 S. 215 Tafel XX.

‡) S. Adolf Erman's, auch in geognostischer Hinsicht so wichtige Reise um die Erde Bd. III. S. 271 und 207.

§) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 107; desselben geognostischer Atlas von Island 1853 Tafel XV und XVI.

§) Otto von Kotzebue, Entdeckungs-Reise in die Südsee und in die Berings-Straße 1815—1818 Bd. III. S. 68; Reise-Atlas von Choris 1820 Tafel V; Diecmie d'Archiac, Hist. des Progrès de la Géologie 1847 T. I. p. 544; und Buzeta, Diccionario geogr. estad. historico de las islas Filipinas T. II. (Madrid 1851) p. 436 und 470—471: wo aber der zwiefachen Umzingelung, welche Delamare so wissenschaftlich genau als umständlich in seinem Briefe an Arago (Nov. 1842; Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XVI p. 756) erwähnt, eines zweiten Kraters im Kratersee, nicht gedacht wird. Der große Ausbruch im December 1754 (ein früherer, heftiger geschah am 24. Sept. 1716) zerstörte das alte, am südwestlichen Ufer des Sees gelegene Dorf Taal, welches später weiter vom Vulkan wieder erbaut wurde. Die kleine Insel des Sees, auf welcher der Vulkan emporsteigt, heißt Isla del Volcan (Buzeta a. a. O.). Die absolute Höhe des Vulkans von Taal ist kaum 840 ft. Er gehört also nebst dem von Kotlma zu den allerniedrigsten. Zur Zeit der amerikanischen Expedition des Cap. Wilkes (1842) war er in voller Thätigkeit. [illegible] United States Explor. Exped. Vol.

der Gorillas-Affen, an der weſtafrikaniſchen Küſte.*) So individuelle Schilderungen möchte man auf wirkliche Naturbeobachtung gegründet glauben!

Die kleinſte und größte Höhe der Punkte, in denen die vulkaniſche Thätigkeit des Innern der Erde ſich an der Oberfläche permanent wirkſam zeigt, iſt eine hypſometriſche Betrachtung, die für die phyſiſche Erdbeſchreibung das Intereſſe gewährt, welches alles ſich auf die Reaction des flüſſigen Inneren der Planeten gegen ihre Oberfläche beziehende Thatſachen eigen iſt. Das Maaß der hebenden Kraft†) offenbart ſich allerdings in der Höhe vulkaniſcher Kegelberge; aber über den Einfluß der Höhenverhältniſſe auf Frequenz und Stärke der Ausbrüche iſt nur mit vieler Vorſicht ein Urtheil zu fällen. Einzelne Contraſte gleichartiger Wirkungen in Frequenz und Stärke bei ſehr hohen oder ſehr niedrigen Vulkanen können hier nicht entſcheiden; und von den mehreren Hunderten thätiger Vulkane, die man auf den Continenten und den Inſeln vorausſetzt, iſt die Kenntniß noch ſo überaus unvollſtändig, daß die einzig entſcheidende Methode, die der Mittelzahlen, noch nicht angewendet werden kann. Auch würden ſolche Mittelzahlen, wenn ſie das beſtimmte Reſultat geben ſollten, in welcher Höhenclaſſe der Erhebungs-Kegel ſich eine ſchnellere Wiederkehr der Eruptionen offenbare, noch immer Raum zu dem Zweifel übrig laſſen, daß neben der Höhe, d. h. der Entfernung von dem vulkaniſchen Heerde, die unbedeutenden Zufälligkeiten in dem, ſich ſchwerer oder leichter verſtopfenden Spaltennetze wirken. Das Phänomen iſt alſo in Hinſicht auf den Cauſalzuſammenhang ein unbeſtimmtes.

Vorſichtig bei dem Thatſächlichen verweilend, da, wo die Complication der Naturerſcheinungen und der Mangel der hiſtoriſchen Nachrichten über die Zahl der Ausbrüche im Lauf der Jahrhunderte das Auffinden des Geſetzlichen noch nicht erlaubt haben, begnüge ich mich, für die vergleichende Hypſometrie der Vulkane fünf Gruppen aufzuſtellen, in denen die Höhenclaſſen durch eine kleine, aber ſichere Zahl von Beiſpielen charakteriſirt ſind. Ich habe in dieſen 5 Gruppen nur iſolirt ſich erhebende, mit noch entzündeten Gipfel-Kratern verſehene Kegelberge aufgeführt: alſo eigentliche, jetzt noch thätige Vulkane; nicht ungeöffnete Glockenberge, wie der Chimborazo. Alle Eruptions-Kegel, die von einem nahen Vulkan abhängig ſind oder, fern von demſelben, wie auf der Inſel Lancerote und im Arſo am Epomeo auf Iſchia, keinen permanenten Zuſammenhang des Inneren mit dem Luftkreiſe bewahrt haben, bleiben hier ausgeſchloſſen. Nach dem Zeugniß des eifrigſten Forſchers über die Vulcanicität des Aetna, Sartorius von Waltershauſen, wird dieſer Vulkan von faſt 700 größeren und kleineren Ausbruchskegeln umgeben. Da die gemeſſenen Höhen der Gipfel ſich auf das Niveau des Meeres, der jetzigen flüſſigen Oberfläche des Planeten, beziehen; ſo iſt es wichtig, hier daran zu erinnern, daß Inſel-Vulkane, von denen einige nicht tauſend Fuß (wie der von Horner und Tileſius beſchriebene japaneſiſche Vulkan Koſima‡) am Eingange der Tſugar Straße), andere, wie der Pic von Teneriffa||), mehr als 11500 Fuß über den Meeresſpiegel hervorragen, ſich durch vulkaniſche Kräfte über einen Meeresgrund erheben haben, der oft 20000 Fuß, ja einmal über 43000 Fuß Tiefe unter der jetzigen Meeres-Oberfläche gefunden worden iſt. Um eine Täuſchung in numeriſchen Verhältniſſen zu vermeiden, iſt auch dieſer Erinnerung hinzuzufügen: daß, wenn für die Vulkane auf den

*) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 135; Hannonis Periplus in Hudson's Geogr. Graeci min. T. I. p. 45.

†) Kosmos 1. Buch S. 118.

‡) Ueber die Lage dieſes Vulkanes, deſſen Kleinheit nur von dem Vulkan von Tanna und von dem des Mendana übertroffen wird, ſ. die ſchöne Karte des Japaniſchen Reichs von F. von Siebold 1840.

||) Ich nenne hier neben dem Pic von Teneriffa unter den Inſel-Vulkanen nicht den Mauna-roa, deſſen kegelförmige Geſtalt ſeinem Namen nicht entſpricht. In der Sandwich-Sprache bedeutet nämlich mauna Berg und roa zugleich lang und ſehr. Ich nenne auch mit den Hawaii, über deſſen Höhe ſo lange geſtritten worden iſt und der lange als ein am Gipfel ungeöffnet trachytiſcher Dom beſchrieben wurde. Der permanente Krater Kiraueah (ein See geſchmolzener aufwallender Lava) liegt öſtlich, nach Wilkes in 3724 Fuß Höhe, am Fuße des Mauna-roa nahe; vergl. die vortreffliche Beſchreibung in Charles Wilkes, Exploring Expedition. Vol. IV. p. 165—196.

Continenten Unterſchiede der erſten und vierten Claſſe, alſo in Vulkanen von 1000 und 18000 Fuß, ſehr beträchtlich ſcheinen, das Verhältniß dieſer Zahlen ganz verändert wird, wenn man (nach Mitſcherlich's Verſuchen über den Schmelzgrad des Granits und nach der, nicht ganz wahrſcheinlichen Hypotheſe über die mit der Tiefe in arithmetiſcher Progreſſion gleichmäßig zunehmende Wärme) die obere Grenze des geſchmolznen Inneren der Erde etwa zu 114000 Fuß unter dem jetzigen Meeresſpiegel annimmt. Bei der durch Verſtopfung vulkaniſcher Spalten ſich ſo mächtig vermehrenden Spannung elaſtiſcher Dämpfe ſind die Höhen-Unterſchiede der bisher gemeſſenen Vulkane wohl nicht beträchtlich genug, um als Hinderniß angeſehen zu werden für das Gelangen der Lava und anderer dichter Maſſen zur Kraterhöhe.

Hypſometrie der Vulkane.

Erſte Gruppe, von 700 bis 4000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan der japaniſchen Inſel Koſima, ſüdlich von Jezo: 700 F. nach Horner.

Der Vulkan der lipariſchen Inſel Volcano: 1224 F. nach Fr. Hoffmann.*)

Gunung Api (bedeutend Feuerberg in der malayiſchen Sprache), der Vulkan der Inſel Banda: 1828 F.

Der, erſt im Jahr 1770 aufgeſtiegene, faſt ununterbrochen ſpeiende Vulkan von Izalco†) im Staate San Salvador (Central-Amerika): 2000 F. nach Squier.

Gunung Ringgit, der niedrigſte Vulkan von Java: 2200 F. nach Junghuhn.‡)

Stromboli: 2775 F. nach Fr. Hoffmann.

Veſuv, die Rocca del Palo, am höchſten nördlichen Kraterrande: das Mittel meiner beiden Barometer-Meſſungen ‖) von 1805 und 1822 giebt 3750 Fuß.

Der in der mexicaniſchen Hochebene §) am 29. Sept. 1759 ausgebrochene Vulkan von Jorulio: 4002 F.

Zweite Gruppe, von 4000 bis 8000 Par. Fuß Höhe.

Mont Pelée la Martinique: 4416 F.? nach Dupugei.

Soufrière de la Guadeloupe: 4567 F. nach Charles Deville

Gunung Lamongan im öſtlichſten Theile von Java: 5010 F. nach Junghuhn.

Gunung Tengger, von allen Vulkanen Java's der, welcher den größten Krater ¶) hat: Höhe am Eruptions-Kegel Bromo 7080 F. nach Junghuhn.

Vulkan von Oſorno (Chili): 7083 F. nach Fitzroy.

Vulkan der Inſel Pico**) (Azoren): 7143 F. nach Cap. Vidal.

Der Vulkan von der Inſel Bourbon: 7507 F. nach Berth.

Dritte Gruppe, von 8000 bis 12000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan von Awatſcha (Halbinſel Kamtſchatka), nicht zu verwechſeln††) mit der etwas nördlicheren Strjeloſchnaja Sopka, welche die engliſchen Seefahrer gewöhnlich den Vulkan von Awatſcha nennen: 8360 F. nach Erman.

---

*) Brief von Fr. Hoffmann an Leop. von Buch über die geognoſtiſche Conſtitution der Lipariſchen Inſeln, in Poggend. Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 59. Volcano, nach der neueren Meſſung von Ch. Sainte-Claire Deville 1190 Fuß, hat ſtarke Eruptionen von Schlacken und Aſche gehabt in den Jahren 1444, am Ende des 16ten Jahrhunderts, 1731, 1739 und 1771. Seine Fumarolen enthalten Ammoniak, borarſaures Selen, geſchwefelten Arſenik, Phosphor und nach Bornemann Spuren von Jod. Die drei letzten Subſtanzen treten hier zum erſten Male unter den vulkaniſchen Producten auf. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 683.)

†) Squier in der American Association (tenth annual meeting, at New-Haven 1850).

‡) S. Franz Junghuhn's überaus lehrreiches Werk: Java, ſeine Geſtalt und Pflanzendecke 1852 Bd. I. S. 99. Der Ringgit iſt jetzt faſt erloſchen, nachdem ſeine furchtbaren Ausbrüche im Jahre 1586 vielen tauſend Menſchen das Leben gekoſtet hatten.

‖) Der Gipfel des Veſuvs iſt alſo nur 244 F. höher als der Brocken.

§) Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XLIII und Atlas géogr. et physique Pl. XXIX.

¶) Junghuhn a. a. O. Bd. I. S. 68 und 98.

**) Vergl. meine Relation hist. T. I. p. 93 beſonders wegen der Entfernung, in welcher der Gipfel des Vulkans der Inſel Pico bisweilen geſehen worden iſt. Die ältere Meſſung Ferrer's gab 7428 Fuß: alſo 285 F. mehr als die, gewiß ſorgfältigere Aufnahme des Cap. Vidal von 1843.

††) Erman in ſeiner intereſſanten geognoſtiſchen Beſchreibung der Vulkane der Halbinſel Kamtſchatka giebt der Awatſchinſkaja oder Gorelaja Sopka 8360 F., und der Strjeloſchnaja Sopka, die auch Koſjakſkaja Sopka genannt wird, 11090 F. (Reiſe Bd. III.

Vulkan von Antuco*) oder Antoio (Chili): 8368 F. nach Domeyko.

Vulkan der capverdiſchen Inſel †) Fogo: 8587 F. nach Charles Deville.

Vulkan Schiwelutſch (Kamtſchatka): der nordöſtliche Gipfel 9898 F. nach Erman. ‡)

Aetna: ||) nach Smyth 10200 F.

Pic von Teneriffa: 11408 F. nach Charles Deville. §)

Vulkan Gunung Semeru, der höchſte aller Berge auf der Inſel Java: 11480 F. nach Junghuhn's barometriſcher Meſſung.

Vulkan Erebus, Br. 77° 32′, der nächſte am Südpol: ¶) nach Sir James Roß 11603 F.

Vulkan Argäus**) in Cappadocien, jetzt Erdſchiſch-Dagh, ſüd-ſüd-öſtlich von Kaiſarieh: nach Peter von Tſchichatſcheff 11823 F.

Vierte Gruppe, von 12000 bis 16000 Par Fuß Höhe.

Vulkan von Tuqueres††), in dem Hochlande der Provincia de los Pastos, nach Bouſſingault 12620 F.

Vulkan von Paſto: ‡‡) nach Bouſſingalt 12620 F.

Vulkan Mauna Roa: |||) nach Wilkes 12909 F.

S. 494 und 540.) Vergl. über beide Vulkane, von denen der erſte der thätigſte iſt, Leop. de Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 447—450. Die Erman'ſche Meſſung des Vulkans von Awatſcha ſtimmt am meiſten mit der früheſten Meſſung von Mongez 1787 auf der Expedition von La Pérouſe (8198 F.) und mit der neueren des Cap. Beechey (8497 F.) überein. Hofmann auf der Kotzebue'ſchen und Lenz auf der Lütke'ſchen Reiſe fanden nur 7664 und 7705 Fuß; vergl. Lütke, Voy. autour du Monde T. III. p. 67—84. Des Admirals Meſſung von der Strjeleſchnaja Sopka gab 10518 Fuß.

*) Vergl. Pentland's Höhentafel in Mary Somerville's Phys. Geogr. Vol. II. p. 452; Sir Woodbine Parish, Buenos-Ayres and the Prov. of the Rio de la Plata 1852 p. 343; Pöppig, Reiſe in Chile und Peru Bd. I. S. 411—434.

†) Sollte der Gipfel dieſes merkwürdigen Vulkans im Abnehmen der Höhe begriffen ſein? Eine barometriſche Meſſung von Baldey, Vidal und Mudge im Jahr 1819 gab noch 2975 Meter oder 9156 Fuß: während ein ſehr genauer und geübter Beobachter, welcher der Geognoſie der Vulkane ſo wichtige Dienſte geleiſtet hat, Sainte-Claire Deville (Voyage aux Iles Antilles et à l'Ile de Fogo p. 155) im Jahr 1842 nur 2790 Meter oder 8587 Fuß fand. Cap. King hatte kurz vorher die Höhe des Vulkans von Fogo gar nur zu 2686 Metern oder 8267 Fuß beſtimmt.

‡) Erman, Reiſe Bd. III. S. 271, 275 und 297. Der Vulkan Schiwelutſch hat, wie der Pichincha, die bei thätigen Vulkanen ſeltene Form eines langen Rückens (ohrebet), auf dem ſich einzelne Kuppen u. Kämme (grebni) erheben. Glocken- und Kegelberge werden in dem vulkaniſchen Gebiete der Halbinſel immer durch den Namen sopki bezeichnet.

||) Wegen der merkwürdigen Uebereinſtimmung der trigonometriſchen Meſſung mit der barometriſchen von Sir John Herſchel ſ. Kosmos 1. Buch S. 10.

§) Die barometriſche Meſſung von Sainte-Claire Deville (Voyage aux Antilles p. 102—118) im Jahr 1842 gab 3706 Meter oder 11408 Fuß: nahe übereinſtimmend mit dem Reſultate (11430 Fuß) der zweiten trigonometriſchen Meſſung Borda's vom Jahre 1776, welche ich aus dem Manuscrit du Dépôt de la Marine habe zuerſt veröffentlichen können (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 116 und 275—287). Borda's erſte, mit Pingré gemeinſchaftlich unternommene, trigonometriſche Meſſung vom Jahr 1771 gab, ſtatt 11430 Fuß, nur 10452 F. Die Urſach des Irrthums war die falſche Notirung eines Winkels (33° ſtatt 53°): wie mir Borda, deſſen großem perſönlichen Wohlwollen ich vor meiner Orinoco-Reiſe ſo viele nützliche Rathſchläge verdanke, ſelbſt erzählte.

¶) Ich folge der Angabe von Pentland, 12367 engl. Fuß: um ſo mehr, als in Sir James Roß, Voy. of discovery in the antarctic Regions Vol. I. p. 218, die Höhe des Vulkans, deſſen Rauch und Flammen-Ausbrüche ſelbſt bei Tage ſichtbar waren, im allgemeinen zu 12400 engl. Fußen (11634 Pariſer Fuß) angegeben wird.

**) Ueber den Argäus, den Hamilton zuerſt beſtiegen und barometriſch gemeſſen (zu 11921 Pariſer Fuß oder 3905m), ſ. Peter von Tchihatcheff, Asie mineure (1853) T. I. p. 441—449 und 571. Wm. Hamilton in ſeinem vortrefflichen Werke (Researches in Asia Minor) erhält als Mittel von einer Barometer-Meſſung und einigen Höhenwinkeln 13000 feet (12186 Par. F.); wenn aber nach Ainsworth die Höhe von Kaiſarieh 1000 feet (938 Par. F.) niedriger iſt, als er ſie annimmt: nur 11258 Par. F. Vergl. Hamilton in Transact. of the Geolog. Soc. Vol. V. Part. 3. p. 596. Vom Argäus (Erdſchiſch Dagh) gegen Südoſt, in der großen Ebene von Eregli, erheben ſich ſüdlich von dem Dorfe Karabunar und von der Bergkette Kondſcha-Dagh viele, ſehr kleine Ausbruch-Kegel. Einer derſelben, mit einem Krater verſehen, hat eine merkwürdige Schiffsgeſtalt, an dem Vordertheil wie in einen Schnabel auslaufend. Es liegt dieſer Krater in einem Salzſee, an dem Wege von Karabunar nach Eregli, eine ſtarke Meile von dem erſtern Orte entfernt. Der Pfad führt denſelben Namen. (Tchihatcheff T. I. p. 441; William Hamilton, Researches in Asia Minor Vol. II. p. 217.)

††) Die angegebene Höhe iſt eigentlich die des graugrünen Berafees Laguna verde, an deſſen Rande ſich die von Bouſſingault unterſuchte Solfatare befindet (Acoſta, Viajes científicos á los Andes equinocciales 1849 p. 75.)

‡‡) Bouſſingault iſt bis zum Krater geſtiegen und hat die Höhe barometriſch gemeſſen; ſie ſtimmt faſt genau mit der überein, die ich 23 Jahre früher, auf der Reiſe von Popayan nach Quito, ſchätzungsweiſe bekannt gemacht.

|||) Die Höhe weniger Vulkane iſt ſo überſchätzt worden als die Höhe des Coloſſes der Sandwich-Inſeln. Wir ſehen dieſelbe nach und nach von 17270 engl. Fuß (nach Angabe aus der dritten Reiſe von Cook) zu 15885 Fuß in King's, zu 15588 Fuß in Marchand's Meſſung, zu 12909 Fuß durch Cap. Wilkes, und zu 12466 F. durch Horner auf der Reiſe von Kotzebue herabſinken. Die

Vulkan von Cumbal*) in der Prov. delos Pastos: 14654 F. nach Boussingault.
Vulkan Kliutschewsk†) (Kamtschatka): nach Erman 14790 F.
Vulkan Ruca-Pichincha: nach barometrischen Messungen von Humboldt 14940 F.
Vulkan Tungurahua: nach einer trigonometrischen Messung‡) von Humboldt 15473 F.
Vulkan von Puracé‖) bei Popayan: 15957 F. nach José Caldas.

Fünfte Gruppe, von 16000 bis mehr als 20000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan Sangay, süd-süd-östlich von Quito: 16068 F. nach Bouguer und La Condamine. §)
Vulkan Popocatepetl:¶) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 16632 F.
Vulkan von Orizaba:**) nach Ferrer 16776 F.
Eliasberg††) (Westküste Nordamerika's): nach den Messungen von Quadra und Galeano 16750 F.
Vulkan von Tolima:‡‡) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 17010 F.
Vulkan von Arequipa:‖‖) nach einer trigonometrischen Messung von Dolley 17714 F.?

Grundlagen des letztgenannten Resultates hat Leopold von Buch zuerst bekannt gemacht in der Descr. phys. des Iles Canaries p. 379. Vergl. Wilkes, Explor. Exped. Vol. IV. p. 111—162. Der östliche Kraterrand hat nur 12609 F. Die Annahme größerer Höhe bei der behaupteten Schneelosigkeit des Mauna-Roa (Br. 19° 28') würde dazu dem Resultat widersprechen, daß nach meinen Messungen im mexicanischen Continent in derselben Breite die Grenze des ewigen Schnees schon 13860 Fuß hoch gefunden worden ist (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 97, Asie centr. T. III. p. 269 und 359).

*) Der Vulkan erhebt sich westlich von dem Dorfe Cumbal, das selbst 9911 Fuß über dem Meere liegt (Acosta p. 76).

†) Ich gebe das Resultat von Erman's mehrfachen Messungen im Sept. 1829. Die Höhe der Kraterränder soll Veränderungen durch häufige Eruptionen ausgesetzt sein; denn es hatten im August 1828 Messungen, die dasselbe Vertrauen einflößen konnten, eine Höhe von 15040 Fuß gegeben. Vergl. Erman's physikalische Beobachtungen auf einer Reise um die Erde Bd. I. S. 400 und 419 mit dem historischen Bericht der Reise Bd. III. S. 358—360.

‡) Bouguer und La Condamine geben in der Inschrift zu Quito für den Tungurahua vor dem großen Ausbruch von 1772 und vor dem Erdbeben von Riobamba (1797), welches große Bergstürze veranlaßte, 15738 F. Ich fand trigonometrisch im Jahr 1802 für den Gipfel des Vulkans nur 15473 F.

‖) Die barometrische Messung des höchsten Gipfels vom Volcan de Puracé durch Francisco José Caldas, der, wie mein theurer Freund und Reisebegleiter Carlos Montufar, als ein blutiges Opfer seiner Liebe für die Unabhängigkeit und Freiheit des Vaterlandes fiel, giebt Acosta (Viajes cientificos p. 70) zu 5184 Metern (15957 F.) an. Die Höhe des kleinen, Schwefeldampf mit heftigem Geräusch ausstoßenden Kraters (Azufral del Boqueron) habe ich 13524 F. gefunden; Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques et d'opérations trigonom. Vol. I. p. 304.

§) Der Sangay ist durch seine ununterbrochene Thätigkeit und seine Lage überaus merkwürdig: noch etwas östlich entfernt von der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Rio Pastazu, in 26 Meilen Abstandes von der nächsten Küste der Südsee: eine Lage, welche (wie die Vulkane des Himmelsgebirges in Asien) eben nicht die Theorie unterstützt, nach der die östlichen Cordilleren in Chili wegen Meeresferne frei von vulkanischen Ausbrüchen sein sollen. Der geistreiche Darwin hat nicht verfehlt dieser alten und weit verbreiteten vulkanischen Littoral-Theorie in den Geological Observations on South America 1846 p. 185 umständlich zu gedenken.

¶) Ich habe den Popocatepetl, welcher auch der Volcan grande de Mexico genannt wird, in der Ebene von Tetimba bei dem Indianer-Dorfe San Nicolas de los Ranchos gemessen. Es scheint mir noch immer ungewiß, welcher von beiden Vulkanen, der Popocatepetl oder der Pic von Orizaba, der höhere sei. Vergl. Humboldt, Recueil d'Observ. astrom. Vol. II. p. 343.

**) Der mit ewigem Schnee bedeckte Pic von Orizaba, dessen geographische Ortsbestimmung vor meiner Reise überaus irrig auf allen Karten angegeben war, so wichtig auch dieser Punkt für die Schifffahrt bei der Landung in Veracruz ist, wurde zuerst im Jahr 1796 vom Encero aus trigonometrisch durch Ferrer gemessen. Die Messung gab 16776 Fuß. Eine ähnliche Operation habe ich in einer kleinen Ebene bei Xalapa versucht. Ich fand nur 16302 F.; aber die Höhenwinkel waren sehr klein und die Grundlinie schwierig zu nivelliren. Vergl. Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. I. 1825 p. 166; meinen Atlas du Mexique (Carte des fausses positions) Pl. X., und Kleinere Schriften Bd. I. S. 468.

††) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes 1807 p. 153. Die Höhe ist unsicher, vielleicht mehr als 1/16 zu groß.

‡‡) Ich habe den abgestumpften Kegel des Vulkans von Tolima, der am nördlichen Ende des Paramo de Quindiu liegt, im Valle del Carvajal bei dem Städtchen Ibague gemessen im Jahr 1802. Man sieht den Berg ebenfalls, in großer Entfernung, auf der Hochebene von Bogota. In dieser Ferne hat Caldas durch eine etwas verwickelte Combination im Jahr 1806 ein ziemlich angenähertes Resultat (17292 F.) gefunden; Semanario de la Nueva Granada, nueva Edicion, aumentada por J. Acosta 1849 p. 349.

‖‖) Die absolute Höhe des Vulkans von Arequipa ist so verschieden angegeben worden, daß es schwer wird zwischen bloßen Schätzungen und wirklichen Messungen zu unterscheiden. Der ausgezeichnete Botaniker der Malaspina'schen Weltumseglung, Dr. Thaddäus Hänke, gebürtig aus Prag, erstieg den Vulkan von Arequipa im Jahr 1796, und fand auf dem Gipfel ein Kreuz, welches bereits 12 Jahre früher aufgerichtet war. Durch

Vulkan Cotopaxi:*) 17712 F. nach Bougner.
Vulkan Sahama (Bolivia): †) nach Pentland 20970 F.

Der Vulkan, mit welchem die fünfte Gruppe endigt, ist mehr denn zweimal so hoch als der Aetna, fünf- und ein halbmal so hoch als der Vesuv. Die Stufenleiter der Vulkane, die ich aufgestellt: von den niedrigen Maaren anhebend (Minen-Trichtern ohne Gerüste, die Olivin-Bomben, von halbgeschmolzenen Schieferstücken umgeben, ausgeworfen haben) und bis zu dem noch entzündeten, ein-und-zwanzig-tausend Fuß hohen Sahama aufsteigend, hat uns gelehrt: daß es keinen nothwendigen Zusammenhang zwischen dem Maximum der Erhebung, dem geringeren Maaße der vulkanischen Thätigkeit und der Natur der sichtbaren Gebirgsart giebt. Beobachtungen, die auf einzelne Länder beschränkt bleiben, können hier leicht zu irrigen Annahmen verleiten. In dem Theile von Mexico z. B., welcher in der heißen Zone liegt, sind alle mit ewigem Schnee bedeckten Berge, d. h. die Culminationspunkte des ganzen Landes, allerdings Vulkane; eben so ist es meist in der Cordilleren von Quito, wenn man die glockenförmigen, im Gipfel nicht geöffneten Trachytberge (den Chimborazo und Corazon) den Vulkanen beigesellen will: dagegen sind in der östlichen Andeskette von Bolivia die Maxima der Gebirgshöhen völlig unvulkanisch. Die Nevados von Sorato (19974 Fuß) und Illimani (19843 Fuß) bestehen aus Grauwacken-Schiefern, die von Porphyrmassen ‡) durchbrochen sind, und in denen sich (als Zeu-

eine trigonometrische Operation soll Hänke den Vulkan 3180 Toisen (19080 F.) über dem Meere gefunden haben. Diese, viel zu große Höhen-Angabe entstand wahrscheinlich aus einer irrigen Annahme der absoluten Höhe der Stadt Arequipa, in deren Umgebung die Operation vorgenommen wurde. Wäre damals Hänke mit einem Barometer versehen gewesen, so würde wohl, nachdem er auf den Gipfel gelangt war, ein in trigonometrischen Messungen ganz ungeübter Botaniker nicht zu einer solchen geschritten sein. Nach Hänke erstieg den Vulkan zuerst wieder Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Boston Philosophical Journal 1823 Novbr. p. 168). Im Jahr 1830 schätzte Pentland die Höhe zu 5600 Metern (17240 F.), und diese Zahl (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1830 p. 325) habe ich für meine Carte hypsométrique de la Cordillère des Andes 1831 benutzt. Mit derselben stimmt befriedigend (bis fast 1/37) die trigonometrische Messung eines französischen See-Officiers, Herrn Dolley, überein, die ich 1826 der wohlwollenden Mittheilung des Cap. Alphonse de Moges in Paris verdankte. Dolley fand trigonometrisch den Gipfel des Vulkans von Arequipa 10348 Fuß, den Gipfel des Charcani 11126 F. über der Hochebene, in welcher die Stadt Arequipa liegt. Setzt man nun nach barometrischen Messungen von Pentland und Rivero die Stadt Arequipa 7866 F. (Pentland 7852 feet in der Höhen-Tabelle zur Physical Geography von Mary Somerville, 3te Aufl. Vol. II. p. 454; Rivero im Memorial de ciencias naturales T. II. Lima 1828 p. 65; Meyen, Reise um die Erde Th. II. 1835 S. 5), so giebt mir Dolley's trigonometrische Operation für den Vulkan von Arequipa 17712 Fuß (2952 Toisen), für den Vulkan Charcani 18492 Fuß (3082 Toisen). Die oben citirte Höhen-Tabelle von Pentland giebt aber für den Vulkan von Arequipa 20320 engl. Fuß, 6190 Meter (19065 Par. Fuß): d. i. 1825 Par. Fuß mehr als die Bestimmung von 1830, und nur zu identisch mit Hänke's trigonometrischer Messung des Jahres 1796! Im Widerspruch mit diesem Resultat wird in den Anales de la Universidad de Chile 1852 p. 221 der Vulkan nur zu 5600 Metern oder 17240 Par. Fuß: also um 590 Meter niedriger, angegeben! Ein trauriger Zustand der Hypsometrie!

*) Boussingault, begleitet von dem kühnen Obristen Hall, hat fast den Gipfel des Cotopari erreicht. Er gelangte nach barometrischer Messung bis zu der Höhe von 5746 Metern oder 17698 F. Es fehlte nur ein kleiner Raum bis zum Rande des Kraters, aber die zu große Lockerheit des Schnees verhinderte das Weitersteigen. Vielleicht ist Bouguer's Höhen-Angabe etwas zu klein, da seine complicirte trigonometrische Berechnung von der Hypothese über die Höhe der Stadt Quito abhängt.

†) Der Sahama, welchen Pentland (Annuaire du Bureau des Long. pour 1830 p. 321) bestimmt einen noch thätigen Vulkan nennt, liegt nach dessen neuer Karte des Thals von Titicaca (1838) südlich vom Arica in der westlichen Cordillere. Er ist 871 Fuß höher als der Chimborazo, und das Höhen-Verhältniß des niedrigsten japanischen Vulkans Kosima zum Sahama ist wie 1 zu 30. Ich habe angestanden den chilenischen Aconcagua, der, 1835 von Fitzroy zu 21767 Par. Fuß angegeben, nach Pentland's Correction 22431 Par. F. nach der neuesten Messung (1845) des Capitains Kräkt auf der Fregatte Herald 23004 feet oder 21584 Par. F. hoch ist, in die fünfte Gruppe zu setzen, weil es nach den einander entgegengesetzten Meinungen von Weis (Voyage to Chili Vol. I. p. 283) und Charles Darwin (Journal of Researches into the Geology and Natural History of the various countries visited by the Beagle, 2d ed. p. 291) etwas zweifelhaft bleibt, ob dieser colossale Berg ein noch entzündeter Vulkan ist. Mary Somerville, Pentland und Gilliß (Naval astr. Exped. Vol. I. p. 126) läugnen auch die Entzündung. Darwin sagt: "I was surprised at hearing that the Aconcagua was in action the same night (15. Jan. 1835) because this mountain most rarely shows any sign of action."

‡) Diese durchbrechenden Porphyrmassen treten besonders in großer Mächtigkeit nahe am Illimani in Cenipampa (14962 F.) und Toroxampa (12800 F.); auch bildet ein glimmerhaltiger Quarzporphyr, Granaten, und zugleich colossi Fragmente von Kieselschiefer einschließend, die obere Kuppe des berühmten silberreichen Cerro de Potosi (Pentland in Handschriften aus 1832). Der Illimani, welchen Pentland erst zu 7315 und nachher zu 6445 Metern angab, ist seit dem Jahr 1847 auch der Gegenstand einer sorgfältigen Messung des Ingenieurs Pissis geworden, der bei Gelegenheit seiner großen trigonometrischen Aufnahme der Provinz de Bolivia den Illimani durch drei Triangel zwischen

gen dieses Durchbruchs) Fragmente von Schiefer eingeschlossen finden. Auch in der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Parallel von 1° 35′, sind die den Trachyten gegenüber liegenden, ebenfalls in die Region des ewigen Schnees eintretenden, hohen Gipfel (Condorasto, Cuvillan und die Collanes) Glimmerschiefer und Gestellstein. Nach dem, was wir bis jetzt durch die verdienstvollen Arbeiten von Brian H. Hodgson, Jacquemont, Joseph Dalton Hooker, Thompson und Henry Strachey von der mineralogischen Beschaffenheit der größten Höhen des Himalaya wissen, scheinen ebenfalls in diesen die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, aber keine Trachyt-Formationen, sichtbar zu werden. Pentland hat in Bolivia Muschel-Versteinerungen in den silurischen Schiefern am Nevado de Antacana, 16400 Fuß über dem Meere, zwischen La Paz und Potosi, gefunden. Die ungeheure Höhe, zu welcher nach dem Zeugniß der von Abich aus dem Daghestan, von mir aus den peruanischen Cordilleren (zwischen Guambos und Montan) gesammelten Petrefacten die Kreide-Formation gehoben ist, erinnert recht lebhaft daran, daß unvulkanische Sedimentschichten, voll organischer Reste, nicht zu verwechseln mit vulkanischen Tuffschichten, sich da zeigen, wo weit umher Melaphyre, Trachyte, Dolerite und anderes Pyroxen-Gestein, denen man die hebenden, treibenden Kräfte zuschreibt, in der Tiefe versteckt bleiben. In wie unermeßlichen Strecken der Cordilleren und ihrer östlichen Umgebung ist keine Spur der ganzen Granit-Formation sichtbar!

Da, wie ich schon mehrmals bemerkt, die Frequenz der Ausbrüche eines Vulkans von mehrfachen und sehr verwickelten Ursachen abzuhangen scheint, so ist über das Verhältniß der absoluten Höhe zu der Häufigkeit und dem Maaß der erneuerten Entflammung mit Sicherheit kein allgemeines Gesetz aufzustellen. Wenn in einer kleinen Gruppe die Vergleichung vom Stromboli, dem Vesuv und dem Aetna verleiten kann zu glauben, daß die Anzahl der Eruptionen der Höhe der Vulkane umgekehrt proportional sei; so stehn andere Thatsachen mit diesem Satze in geradem Widerspruche. Sartorius von Waltershausen, der sich um die Kenntniß des Aetna so verdient gemacht hat, bemerkt, daß bei diesem im mittleren Durchschnitt, welchen die letzten Jahrhunderte geben, von sechs zu sechs Jahren ein Ausbruch zu erwarten ist: während das auf Island, wo eigentlich kein Theil der Insel gegen Zerstörung durch unterseeische Glut gesichert ist, an dem, 5400 Fuß niedrigeren Hekla die Eruptionen nur alle 70 bis 80 Jahre beobachtet werden.*) Die Gruppe der Vulkane von Quito bietet einen noch viel auffallenderen Contrast dar. Der 16000 Fuß hohe Vulkan von Sangay ist um vieles thätiger als der kleine Kegelberg Stromboli (2775 F.); er ist unter allen bekannten Vulkanen der, welcher in jeder Viertelstunde die meisten feurigen, weitleuchtenden Schlacken-Auswürfe zeigt. Statt uns in Hypothesen über Causalverhältnisse unzugänglicher Erscheinungen zu verirren, wollen wir lieber hier bei sechs Punkten der Erdfläche verweilen, welche in der Geschichte der vulkanischen Thätigkeit vorzugsweise wichtig und lehrreich sind: bei Stromboli, bei der Chimära in Lycien, dem alten Vulkan von Masaya, dem sehr neuen von Izalco, dem Vulkan Fogo auf den capverdischen Inseln und dem colossalen Sangay.

Die Chimära in Lycien und Stromboli, das alte Strongyle, sind die zwei feurigen Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit, deren Permanenz, historisch erwiesen, auch am weitesten hinaufreicht. Der conische Hügel von Stromboli, ein Dolerit-Gestein, ist zweimal höher als der Feuerberg auf Volcano (Hiera, Thermessa), dessen letzter großer Ausbruch sich im Jahr 1775 ereignete. Die ununterbrochene Thätigkeit des Stromboli wird von Strabo und Plinius mit der der Insel Lipari, der alten Meligunis,

---

Calamarca und La Paz im Mittel 6509 Meter hoch fand: was von der letzten Pentland'schen Bestimmung nur um 64 Meter abweicht. S. Investigaciones sobre la altitud de los Andes, in den Anales de Chile 1852 p. 217 und 221.

*) Sartorius von Waltershausen, geogr.-phys. Skizze von Island S. 103 und 197.

verglichen; „seiner Flamme“ aber, d. i. seinen ausgestoßenen Schlacken, „bei weniger Hitze eine größere Reinheit und Leuchtkraft“ zugeschrieben.*) Die Zahl und Gestalt der kleinen Feuerschlünde ist sehr wechselnd. Spallanzani's lange für übertrieben gehaltene Darstellung des Kraterbodens ist von einem erfahrneren Geognosten, Friedrich Hoffmann, wie auch noch neuerlichst von einem scharfsinnigen Physiker, A. de Quatrefages, vollkommen bestätigt worden. Einer der rothglühenden Feuerschlünde hat eine Oeffnung von nur 20 Fuß Durchmesser; es gleicht dieselbe dem Schacht eines hohen Ofens, und man sieht in ihr zu jeder Stunde, oben an dem Kraterrande gelagert, das Aufsteigen und Ueberwallen der flüssigen Lava. Die, uralten, permanenten Ausbrüche des Stromboli dienen noch jetzt bisweilen zur Orientirung der Schiffenden; und durch Beobachtung der Richtung der Flamme und der aufsteigenden Dampfsäule wie bei den Griechen und Römern, zu unsicherer Wetterprophezeiung. An die Mythe von des Aeolus frühestem Aufenthalte auf Strongyle, und mehr noch an Beobachtungen über das damals heftige Feuer auf Volcano (der „heiligen Insel des Hephaistos“), knüpft Polybius, der eine sonderbar genaue Kenntniß von dem Zustand des Kraters verräth, die mannigfaltigen Kennzeichen einer nahen Windveränderung. Die Frequenz der Feuer-Erscheinung hat in der neuesten Zeit einige Unregelmäßigkeit gezeigt. Die Thätigkeit des Stromboli ist, wie die des Aetna nach Sartorius von Waltershausen, am größten im November und in den Wintermonaten. Sie wird bisweilen durch einzelne Ruhepunkte unterbrochen; letztere sind aber, wie eine Erfahrung von vielen Jahrhunderten lehrt, von sehr kurzer Dauer.

Die Chimära in Lycien, welche der Admiral Beaufort so trefflich beschrieben und deren ich schon zweimal erwähnt habe †), ist kein Vulkan, sondern ein perpetuirlicher Feuerbrunnen, eine durch die vulkanische Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle. Dieselbe hat vor wenigen Monaten ein talentvoller Künstler, Albert Berg, besucht, um diese, in dem hohen Alterthume (seit den Zeiten des Ctesias und Scylax aus Caryanda) schon berühmte Oertlichkeit malerisch aufzunehmen, und die Gebirgsarten zu sammeln, aus denen die Chimära ausbricht. Die Beschreibungen von Beaufort, Professor Edward Forbes und Lieutenant Spratt in den Travels in Lycia finden sich vollkommen bestätigt. Eine Eruptiv-Masse von Serpentin-Gestein durchsetzt den dichten Kalkstein in einer Schlucht, die von Südost in Nordwest ansteigt. An dem nordwestlichen Ende dieser

---

*) Strabo lib. VI. p. 276 Casaub.; Plin. Hist. nat. III. 9: "Strongyle, quae a Lipara liquidiore flamma tantum differt; e cujus fumo quinam flaturi sint venti, in triduo praedicere incolae traduntur." Vergl. auch Urlichs, Vindiciae Plinianae 1853 Fasc. I. p. 39. Der, einst so thätige Vulkan von Lipara (im Nordosten der Insel) scheint mir entweder der Monte Campo bianco oder der Monte di Capo Castagno gewesen zu sein. (Vergl. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XXVI. S. 49—54.)

†) Kosmos 1. Buch S. 115; 4. Buch S. 647. Herr Albert Berg, der früher ein malerisches Werk: „Physiognomie der tropischen Vegetation von Südamerika“ herausgegeben, hat 1853 von Rhodos und der Bucht von Myra (Andriace) aus die Chimära in Lycien bei Deliktasch und Banartasch besucht. (Das türkische Wort täsch bedeutet Stein, wie dägh und tägh Berg; Deliktasch bedeutet: durchlöcherter Stein, vom türk. delik, Loch.) Der Reisende sah das Serpentinstein-Gebirge zuerst bei Adrasan, während Beaufort schon bei der Insel Garabusa (nicht Grambusa), südlich vom Cap Chelidonia, den dunkelfarbigen Serpentin auf Kalkstein angelagert, vielleicht ihm eingelagert, fand. „Nahe bei den Ueberbleibseln des alten Ballans-Tempels erheben sich die Reste einer christlichen Kirche im späten byzantinischen Style: Reste des Hauptchors und zweier Seiten-Capellen. In einem gegen Osten gelegenen Vorhofe bricht die Flamme in dem Serpentin-Gestein aus einer etwa 2 Fuß breiten und 1 Fuß hohen, caminartigen Oeffnung hervor. Sie schlägt 3 bis 4 Fuß in die Höhe, und verbreitet (als Naphtha-Quelle?) einen Wohlgeruch, der sich bis in die Entfernung von 40 Schritten bemerkbar macht. Neben dieser großen Flamme und außerhalb der caminartigen Oeffnung erscheinen auch auf Nebenspalten mehrere sehr kleine, immer entzündete, gruppirte Flammen. Das Gestein, von der Flamme berührt, ist stark geschwärzt; und der abgesetzte Ruß wird gesammelt, zur Linderung der Schmerzen in den Augenlidern und besonders zur Färbung der Augenbrauen. In drei Schritt Entfernung von der Chimära-Flamme ist die Wärme, die sie verbreitet, schwer zu ertragen. Ein Stück dürres Holz entzündet sich, wenn man es in die Oeffnung hält und der Flamme nähert, ohne sie zu berühren. Da, wo das alte Gemäuer an den Felsen angelehnt ist, dringt auch aus den Zwischenräumen der Steine des Gemäuers Gas aus, das wahrscheinlich von niederer Temperatur oder anders gemengt, sich nicht selbst entzündet, wohl aber durch ein genähertes Licht. Acht Fuß unter der großen Flamme, im Innern der Ruine, findet sich eine runde, 6 Fuß tiefe aber nur 1 F. weite Oeffnung, welche wahrscheinlich einst überwölbt war, weil ein Wasserquell dort in der feuchten Jahreszeit ausbricht, neben einer Spalte, über der ein Flämmchen spielt.“ (Aus der Handschrift des Reisenden.) — Auf einem Situationsplan zeigt Berg die geognostischen Verhältnisse der Alluvialschichten, des (Tertiär-?) Kalksteins und des Serpentin-Gebirges.

Schlucht iſt der Serpentinſtein durch einen in einen Bogen gekrümmten Kamm von Kalkfelſen abgeſchnitten oder vielleicht bloß verdeckt. Die mitgebrachten Stücke ſind theils grün und friſch, theils braun und im Zuſtand der Verwitterung. In beiden Serpentinen iſt Diallag deutlich erkennbar.

Der Vulkan von Maſaya*), deſſen Ruf unter dem Namen der Hölle, el Infierno de Masaya, ſchon im Anfang des 16ten Jahrhunderts weit verbreitet war und zu Berichten an Kaiſer Carl V. Anlaß gab, liegt zwiſchen den beiden Seen Nicaragua und Managua, ſüdweſtlich von dem reizenden Indianer-Dorfe Nindiri. Er bot Jahrhunderte lang daſſelbe ſeltene Phänomen dar, das wir am Vulkan von Stromboli beſchrieben haben. Man ſah vom Kraterrande aus, in dem rotglühenden Schlunde, die von Dämpfen bewegten, auf- und niederſchlagenden Wellen flüſſiger Lava. Der ſpaniſche Geſchichtsſchreiber Gonzalez Fernando de Oviedo beſtieg den Maſaya zuerſt im Juli 1529, und ſtellte Vergleichungen an mit dem Veſuv, welchen er früher (1501) in Begleitung der Königin von Neapel als ihr xefe de guardaropa beſucht hatte. Der Name Maſaya gehört der Chorotega-Sprache von Nicaragua an und bedeutet brennender Berg. Der Vulkan, von einem weiten Lavafelde (mal-pays) umgeben, das er wahrſcheinlich ſelbſt erzeugt hat, wurde damals zu der Berggruppe der „neun brennenden Maribios" gezählt. In dem gewöhnlichen Zuſtande, ſagt Oviedo, ſteht die Oberfläche der Lava, auf welcher ſchwarze Schlacken ſchwimmen, mehrere hundert Fuß unter dem Kraterrande; bisweilen aber iſt die Aufwallung plötzlich ſo groß, daß die Lava faſt den oberen Rand erreicht. Das perpetuirliche Lichtphänomen wird, wie Oviedo ſich beſtimmt und ſcharfſinnig ausdrückt, nicht durch eine eigentliche Flamme†), ſondern durch von unten erleuchteten Dampf verurſacht. Es ſoll von ſolcher Intenſität geweſen ſein, daß auf dem Wege vom Vulkan nach Granada, in mehr als drei leguas Entfernung, die Erleuchtung der Gegend faſt der des Vollmonds glich.

Acht Jahre nach Oviedo erſtieg den Vulkan der Dominicaner-Mönch Fray Blas del Caſtillo, welcher die alberne Meinung hegte, daß die flüſſige Lava im Krater flüſſiges Gold ſei, und ſich mit einem eben ſo habſüchtigen Franciſcaner-Mönche aus Flandern, Fray Juan de Gandavo, verband. Beide, die Leichtgläubigkeit der ſpaniſchen Ankömmlinge benutzend, ſtifteten eine Actien-Geſellſchaft, um auf gemeinſchaftliche Koſten das Metall zu erbeuten. Sie ſelbſt, ſetzt Oviedo ſatiriſch hinzu, erklärten ſich als Geiſtliche von allem pecuniären Zuſchuſſe befreit. Der Bericht, welchen über die Ausführung dieſes kühnen Unternehmens Fray Blas del Caſtillo (dieſelbe Perſon, die in den Schriften von Gomara, Benzoni und Herrera Fray Blas de Ineſta genannt wird) an den Biſchof

*) Die älteſte und wichtigſte Notiz über den Vulkan von Maſaya iſt in einem erſt vor 14 Jahren von dem verdienſtvollen hiſtoriſchen Sammler Ternaux-Compans edirten Manuſcripte Oviedo's: Historia de Nicaragua (cap. V bis X) enthalten; ſ. p. 115—197. Die franzöſiſche Ueberſetzung bildet einen Band der Voyages, Relations et Mémoires originaux pour servir à l'histoire et à la découverte de l'Amérique. Vergl. auch Lopez de Gomara, Historia general de las Indias (Zaragoza 1553) fol. CX, b; und unter den neueſten Schriften Squier, Nicaragua, its people, scenery and monuments 1853 Vol. I. p. 211—223 und Vol. II. p. 17. So weit berufen war der unausgeſetzt ſpeiende Berg, daß ſich in der königlichen Bibliothek zu Madrid eine eigene Monographie von dem Vulkan Maſaya, unter dem Titel vorfindet: Entrada y descubrimiento del Volcan de Masaya, que está en la Prov. de Nicaragua, fecha por Juan Sanchez del Portero. Der Verfaſſer war Einer von denen, welche ſich in den wunderbaren Expeditionen des Dominicaner-Mönchs Fray Blas de Inneſta in den Krater herabließen. (Oviedo, Hist. de Nicaragua p. 141.)

†) In der von Ternaux-Compans gegebenen franzöſiſchen Ueberſetzung (das ſpaniſche Original iſt nicht erſchienen) heißt es p. 123 und 132: „On ne peut cependant dire qu'il sorte précisément une flamme du cratère, mais bien une fumée aussi ardente que du feu; on ne la voit pas de loin pendant le jour, mais bien de nuit. Le Volcan éclaire autant que le fait la lune quelques jours avant d'être dans son plein." Dieſe ſo alte Bemerkung über die problematiſche Art der Erleuchtung eines Kraters und der darüber ſtehenden Luftſchichten iſt nicht ohne Bedeutung, wegen der ſo oft in neueſter Zeit angeregten Zweifel über die Entbindung von Waſſerſtoffgas aus den Krateren der Vulkane. Wenn auch in dem gewöhnlichen hier bezeichneten Zuſtande die Hölle von Maſaya nicht Schlacken oder Aſche auswarf (Gomara ſetzt hinzu: cosa que hazen otros volcanes), ſo hat ſie doch bisweilen wirkliche Lava-Ausbrüche gehabt: und zwar wahrſcheinlich den letzten im Jahre 1670. Seitdem iſt der Vulkan ganz erloſchen, nachdem ein perpetuirliches Leuchten 140 Jahre lang beobachtet worden war. Stephens, der ihn 1840 beſtieg, fand keine bemerkbare Spur der Entzündung. Ueber die Chorotega-Sprache, die Bedeutung des Wortes Maſaya und die Maribios ſ. Buſchmann's ſcharfſinnige ethnographiſche Unterſuchungen über die aztekiſchen Ortsnamen S. 130, 140 und 171.

von Castilla del Oro, Thomas de Berlenga, erstattete, ist erst (1840) durch das Auffinden von Oviedo's Schrift über Nicaragua bekannt geworden. Fray Blas, der früher als Matrose auf einem Schiffe gedient hatte, wollte die Methode nachahmen, mittelst weiter, an Seilen über dem Meere hangend, die Einwohner der canarischen Inseln den Färbestoff der Orseille (Lichen Roccella) an schroffen Felsen sammeln. Es wurden Monate lang oft geänderte Vorrichtungen getroffen, um vermittelst eines Drehhaspels und Krahns einen mehr als 30 Fuß langen Balken über dem tiefen Abgrund hervortreten zu lassen. Der Dominicaner-Mönch, das Haupt mit einem eisernen Helm bedeckt und ein Crucifix in der Hand, wurde mit drei anderen Mitgliedern der Association herabgelassen; sie blieben eine ganze Nacht in diesem Theil des festen Kraterbodens, von dem aus sie mit irdenen Gefäßen, die in einem eisernen Kessel standen, vergebliche Versuche zum Schöpfen des vermeinten flüssigen Goldes machten. Um die Actionäre nicht abzuschrecken, kamen sie überein*) zu sagen, wenn sie herausgezogen würden, sie hätten große Reichthümer gefunden, und die Hölle (el Infierno) von Masaya verdiente künftig el Paraiso de Masaya genannt zu werden. Die Operation wurde später mehrmals wiederholt, bis der Governador der nahen Stadt Granada Verdacht des Betruges oder gar einer Defraudation des Fiscus schöpfte und „ferner sich an Seilen in den Krater herabzulassen" verbot. Dies geschah im Sommer 1538; aber 1551 erhielt dennoch wieder der Decan des Capitels von Leon, Juan Alvarez, die naive Erlaubniß von Madrid, „den Vulkan zu öffnen und das Gold zu gewinnen, welches er enthalte". So fest stand der Volksglaube im 16ten Jahrhundert! Mußten doch noch im Jahre 1822 in Neapel Monticelli und Covelli durch chemische Versuche erweisen, daß die am 28. October ausgeworfene Asche des Vesuvs kein Gold enthalte! †)

Der Vulkan von Izalco, welcher an der Westküste Central-Amerika's, 8 Meilen nördlich von San Salvador und östlich von dem Hafen von Sonsonate, liegt, ist 11 Jahre später ausgebrochen als der Vulkan von Jorullo, tief im Inneren des mexicanischen Landes. Beide Ausbrüche geschahen in einer cultivirten Ebene und nach mehr monatlichen Erdbeben und unterirdischem Brüllen (bramidos). Es erhob sich im Llano de Izalco ein conischer Hügel, und mit seiner Erhebung begann aus dessen Gipfel ein Lava-Erguß am 23. Februar 1770. Was bei schnell zunehmender Höhe der Erhebung des Bodens, was der Aufhäufung von ausgeworfenen Schlacken, Asche und Tuffmassen zuzuschreiben sei, bleibt bis jetzt unentschieden; nur so viel ist gewiß, daß seit dem ersten Ausbruch der neue Vulkan, statt, wie der Jorullo, bald zu erlöschen, in ununterbrochener Thätigkeit geblieben ist und oft den Schiffern bei der Landung in der Bai von Acajutla als Leuchtthurm dient. Man zählt in der Stunde vier feurige Eruptionen, und die große Regelmäßigkeit des Phänomens hat die wenigen genauen Beobachter desselben in Erstaunen gesetzt. ‡) Die Stärke der Ausbrüche war wechselnd, nicht aber die Zeit ihres jedesmaligen Eintretens. Die Höhe, welche der Vulkan von Izalco jetzt nach der letzten Eruption von 1825 erlangt hat, wird zu ohngefähr 1500 Fuß geschätzt: fast gleich der Höhe, die der Vulkan von Jorullo über der ursprünglichen cultivirten Ebene erreicht; aber fast viermal höher als der Erhebungs-Krater (Monte Nuovo) in den phlegräischen Feldern.

*) "Les trois compagnons convinrent de dire qu'ils avaient trouvé de grandes richesses; et Fray Blas, que j'ai connu comme un homme ambitieux, rapporte dans sa relation le serment que lui et les associés firent sur l'évangile, de persister à jamais dans leur opinion que le volcan contient de l'or mêlé d'argent en fusion!" Oviedo, Descript. de Nicaragua cap. X p. 186 und 196. Der Cronista de las Indias ist übrigens sehr darüber erzürnt (cap. V), daß Fray Blas erzählt habe, „Oviedo habe sich die Hölle von Masaya vom Kaiser zum Wappen erbeten." Gegen heraldische Gewohnheiten der Zeit wäre solche geognostische Erinnerung übrigens nicht gewesen; denn der tapfere Diego de Ordaz, der sich rühmte, als Cortez zuerst in das Thal von Mexico eindrang, bis an den Krater des Popocatepetl gelangt zu sein, erhielt diesen Vulkan, wie Oviedo das Gestirn des südlichen Kreuzes, und am frühesten Columbus (Examen crit. T. IV. p. 235—240) ein Fragment von einer Landkarte der Antillen, als einen heraldischen Schmuck.

†) Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 278.

‡) Squier, Nicaragua, its people and monuments Vol. II. p. 104 (John Bailey, Central America 1850 p. 75.)

Es zeigen ſich in ſolcher (entzündlicher) Natur, wie ihn Alle beſchreiben, nicht nur der Aetna, ſondern auch die Gegenden um Dicäarchia und Neapolis, um Baja und Pitheculä"; daraus entſtand die Fabel, daß Typhon unter Sicilien lagere und daß, wenn er ſich kehre, Flammen und Gewäſſer hervorbrechen, ja zuweilen auch kleine Eilande mit ſiedendem Waſſer. „Oftmals ſind zwiſchen Strongyle und Lipara (in dieſem weiten Bezirke) auf die Oberfläche des Meeres hervorbrechende Flammen geſehen worden, indem das Feuer aus den Höhlungen in der Tiefe ſich einen Durchgang öffnete und mit Gewalt nach außen hervordrang." Im Pindar*) iſt der Körper des Typhon von ſolcher Ausdehnung, daß „Sicilien und die meerumgrenzten Höhen über Cumä (Phlegra, das Brandfeld, genannt) auf der zottigen Bruſt des Unthiers liegen".

So war Typhon (der tobende Enceladus) in der griechiſchen Volksphantaſie die, mythiſche Bezeichnung der unbekannten, tief im Inneren der Erde liegenden Urſach vulkaniſcher Erſcheinungen. Durch ſeine Lage und Raumausfüllung wurden angedeutet die Begrenzung und das Zuſammenwirken einzelner vulkaniſcher Syſteme. In dem phantaſiereichen geologiſchen Bilde des Erd-Innern, in der großen Weltanſchauung, welche Plato im Phädon aufſtellt (pag. 112—114), wird dies Zuſammenwirken noch küh-

---

rhener, alſo Etruſker, ihn als ſolchen benannten (Affen hießen tyrrhenisch ἄριμοι, Strabo lib. XIII. p. 626); bleibt ſehr dunkel, und hängt vielleicht mit dem Mythus zuſammen, nach welchem die alten Bewohner von Jupiter in Affen verwandelt wurden. Der Affen-Name Ἄριμοί erinnerte an Arima oder die Arimer des Homer Il. II, 783 und des Heſiodus, Theog. v. 301. Die Worte εἰν Ἀρίμοις des Homer werden in einigen Codd. in eins zuſammengezogen, und in dieſer Zuſammenziehung finden wir den Namen bei den römiſchen Schriftſtellern (Virg. Aen IX, 716; Ovid. Metam. XIV, 88). Plinius (Hist. nat. III, 5) ſagt ſogar beſtimmt: "Aenaria, Homero Inarime dicta, Graecis Pithecusa . . . ." Das homeriſche Land der Arimer, Typhons Lagerſtätte, hat man im Alterthume ſelbſt geſucht in Cilicien, Myſien, Lydien, in den vulkaniſchen Pithekuſen, an dem Crater Puteolanus und in dem phrygiſchen Brandland, unter welchem Typhon einſt lag, ja in der Katakekaumene. Daß in hiſtoriſchen Zeiten Affen auf Iſchia gelebt haben, ſo fern von der afrikaniſchen Küſte, iſt um ſo unwahrſcheinlicher, als, wie ich ſchon an einem anderen Orte bemerkt, ſelbſt am Felſen von Gibraltar das alte Daſein der Affen nicht erwieſen ſcheint, weil Edriſi (im 12ten Jahrhundert) und andere, die Hercules-Straße ſo umſtändlich beſchreibende, arabiſche Geographen ihrer nicht erwähnen. Plinius läugnet auch die Affen von Aenaria, leitet aber den Namen der Pithekuſen auf die unwahrſcheinlichſte Weiſe von πίθος, dolium (a figlinis doliorum) her. „Die Hauptſache in dieſer Unterſuchung ſcheint mir," ſagt Böckh, „daß Inarima ein durch gelehrte Deutung und Fiction entſtandener Name der Pithekuſen iſt, wie Corcyra auf dieſe Weiſe zu Scheria wurde; und daß Aeneas mit den Pithekuſen (Aenea insulae) wohl erſt durch die Römer in Verbindung geſetzt worden iſt, welche überall in dieſen Gegenden ihren Stammvater finden. Für den Zuſammenhang mit Aeneas ſoll auch Nävius zeugen im erſten Buche von puniſchen Kriege."

*) Pind. Pyth. I, 31. Vergl. Strabo V p. 245 und 248, XIII p. 627. Wir haben bereits oben (Kosmos 4. Buch S. 744) bemerkt, daß Typhon vom Caucaſus nach Unter-Italien floh: als deute die Mythe an, daß die vulkaniſchen Ausbrüche im letzteren Lande minder alt ſeien wie die auf dem caucaſiſchen Iſthmus. Von der Geographie der Vulkane wie von ihrer Geſchichte iſt die Betrachtung mythiſcher Anſichten im Volksglauben nicht zu trennen. Beide erläutern ſich oft gegenſeitig. Was auf der Oberfläche der Erde für die mächtigſte der bewegenden Kräfte gehalten wurde (Ariſtot. Meteorol. II. 8, 3): der Wind, das eingeſchloſſene Pneuma; wurde als die allgemeine Urſach der Vulcanicität (der feuerſpeienden Berge und der Erdbeben) erkannt. Die Naturbetrachtung des Ariſtoteles war auf die Wechſelwirkung der äußeren und der inneren, unterirdiſchen Luft, auf eine Ausdünſtungs-Theorie, auf Unterſchiede von warm und kalt, von feucht und trocken, gegründet (Ariſtot. Meteor. II. 8, 1. 25. 31. und II. 9, 2). Je größer die Maſſe des „in unterirdiſchen und unterſeeiſchen Hohlgängen" eingeſchloſſenen Windes iſt, je mehr ſie gehindert ſind, in ihrer natürlichen, weſentlichen Eigenſchaft, ſich weithin und ſchnell zu bewegen, deſto heftiger werden die Ausbrüche. "Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis" (Ovid. Metam. XV, 299). Zwiſchen dem Pneuma und dem Feuer iſt ein eigener Verkehr. (Τὸ πῦρ ὅταν μετὰ πνεύματος ᾖ, γίνεται φλὸξ καὶ φέρεται ταχέως; Ariſtot. Meteor. II. 8, 3. — καὶ γὰρ τὸ πῦρ οἷον πνεύματός τις φύσις; Theophraſt. de igne § 30 p. 715.) Auch aus den Wolken ſendet das plötzlich frei gewordene Pneuma den zündenden und weitleuchtenden Wetterſtrahl (πρηστήρ). „In dem Brandlande, der Katakekaumene von Lydien," ſagt Strabo (lib. XIII. p. 628), „werden noch drei, volle vierzig Stadien von einander entfernte Schlünde gezeigt, welche die Blaſebälge heißen; darüber liegen rauhe Hügel, welche wahrſcheinlich von den emporgeblaſenen Glühmaſſen aufgeſchichtet wurden." Schon früher hatte der Amaſier ang. führt (lib. I. p. 57): „daß zwiſchen den Cycladen (Thera und Therafia) vier Tage lang Feuerflammen aus dem Meere hervorbrachen, ſo daß die ganze See ſiedete und brannte; und es wurde wie durch Hebel allmälig emporgehoben eine aus Glühmaſſen zuſammengeſetzte Inſel." Alle dieſe ſo wohl beſchriebenen Erſcheinungen werden dem zuſammengepreßten Winde beigemeſſen, der wie elaſtiſche Dämpfe wirken ſoll. Die alte Phyſik kümmert ſich wenig um die einzelnen Weſenheiten des Stoffartigen; ſie iſt dynamiſch und hängt an dem Maaße der bewegenden Kraft. Die Anſicht von der mit der Tiefe zunehmenden Wärme des Planeten als Urſach von Vulkanen und Erdbeben finden wir erſt gegen das Ende des dritten Jahrhunderts ganz vereinzelt unter Diocletian von einem chriſtlichen Biſchof in Afrika ausgeſprochen (Kosmos 4. Buch S. 738). Der Pyriphlegethon des Plato nährt als Feuerſtrom, der im Erd-Inneren kreiſt, alle lavagebende Vulkane: wie wir ſchon oben im Texte erwähnt haben. In den früheſten Ahnungen der Menſchheit, in einem engen Ideenkreiſe, liegen die Keime von dem, was wir jetzt unter der Form anderer Symbole erklären zu können glauben

ner auf alle vulkanische Systeme ausgedehnt. Die Lavaströme schöpfen ihr Material aus dem Pyriphlegethon, der, „nachdem er sich oftmals unter der Erde umhergewälzt", in den Tartarus sich ergießt. Plato sagt ausdrücklich: „daß von dem Pyriphlegethon die feuerspeienden Berge, wo sich deren auf der Erde finden, kleine Theilchen heraufblasen (οὗτος δ' ἐστὶν ὃν ἐπονομάζουσι Πυριφλεγέθοντα, οὗ καὶ αἱ ῥύσεις ἀποσπάσματα ἀναφυσῶσιν, ὅπη ἂν τύχωσι τῆς γῆς)." Dieser Ausdruck (pag. 113 B) des Herausstoßens mit Heftigkeit deutet gewissermaßen auf die bewegende Kraft des, vorher eingeschloßnen, dann plötzlich durchbrechenden Windes, auf welche später der Stagirite in der Meteorolgie seine ganze Theorie der Vulcanicität gegründet hat.

Nach diesen so uralten Ansichten sind bei der Betrachtung des ganzen Erdkörpers die Reihen-Vulkane noch bestimmter charakterisirt als die Gruppirungen um einen Central-Vulkan. Am auffallendsten ist die Reihung da, wo sie von der Lage und Ausdehnung von Spalten abhängt, welche, meist unter einander parallel, große Landstrecken linear (cordillerenartig) durchsetzen. Wir finden so im Neuen Continent, um bloß die wichtigsten Reihen sehr nahe an einander gedrängter Vulkane zu nennen, die von Central-Amerika sammt ihrem Anschlusse an Mexico, von Neu-Granada und Quito, von Peru, Bolivia und Chili; im Alten Continent die Sunda-Inseln (den süd-indischen Archipel, besonders Java), die Halbinsel Kamtschatka und ihre Fortsetzung in den Kurilen; die Aleuten, welche das fast geschlossene Berings-Meer südlich begrenzen. Wir werden bei einigen der Hauptgruppen verweilen. Einzelheiten leiten durch ihre Zusammenstellung auf die Gründe der Erscheinungen.

Die Reihen-Vulkane von Central-Amerika, nach älteren Benennungen die Vulkane von Costa Rica, Nicaragua, San Salvador und Guatemala, erstrecken sich von dem Vulkan Turrialva bei Cartago bis zum Vulkan von Soconusco, durch sechs Breitengrade, zwischen 10° 9′ und 16° 2′: in einer Linie, im ganzen von SO nach NW gerichtet, und mit den wenigen Krümmungen, die sie erleidet, eine Länge von 135 geographischen Meilen einnehmend. Diese Länge ist ohngefähr gleich der Entfernung vom Vesuv bis Prag. Am meisten zusammengedrängt, wie auf einer und derselben, nur 16 Meilen langen Spalte ausgebrochen, sind die 8 Vulkane, welche zwischen der Laguna de Managua und der Bai von Fonseca liegen, zwischen dem Vulkan von Momotombo und dem von Conseguina, dessen unterirdisches Getöse in Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota im Jahr 1835 wie Geschützfeuer gehört wurde. In Central-Amerika und in dem ganzen südlichen Theil des Neuen Continents, ja im allgemeinen von dem Archipel de los Chonos in Chili bis zu den nördlichsten Vulkanen Edgecombe auf der kleinen Insel bei Sitka*) und dem Eliasberg am Prinz William's Sund, in einer Länge von 1600 geogr. Meilen, sind die vulkanischen Spalten überall in dem westlichsten, dem Littoral der Südsee näheren Theile ausgebrochen. Wo die Reihe der Vulkane von Central-Amerika unter der geographischen Breite von 13°½ (nördlich vom Golf de Fonseca) bei dem Vulkan von Conchagua in den Staat von San Salvador eintritt, ändert sich auf einmal mit der Richtung der Westküste auch die der Vulkane. Die Reihe der letzteren streicht dann OSO—WNW; ja wo die Feuerberge wieder so an einander gedrängt sind, daß 5, noch mehr oder weniger thätige in der geringen Länge von 30 Meilen gezählt werden, ist die Richtung fast ganz O—W. Dieser Abweichung entspricht eine große Anschwellung des Continents gegen Osten in der Halbinsel Honduras, wo die Küste ebenfalls plötzlich vom Cap Gracias á

*) Mount Edgecombe oder der St. Lazarus-Berg, auf der kleinen Insel (Croze's Island bei Lisiansky), welche westlich neben der Nordhälfte der größeren Insel Sitka oder Baranow im Norfolk-Sunde liegt; schon von Cook gesehen: ein Hügel theils von olivinreichem Basalt, theils aus Feldspath-Trachyt zusammengesetzt; von nur 2600 Fuß Höhe. Seine letzte große Eruption, viel Bimsstein zu Tage fördernd, war vom Jahr 1796 (Lutké, Voyage autour du Monde 1836 T. III. p. 15). Acht Jahre darauf gelangte Cap. Lisiansky an den Gipfel, der einen Kratersee enthält. Er fand damals an dem ganzen Berge keine Spuren der Thätigkeit.

Es zeigen sich in solcher (entzündlicher) Natur, wie ihn Alle beschreiben, nicht nur der Aetna, sondern auch die Gegenden um Dicäarchia und Neapolis, um Bajä und Pithecusä"; daraus entstand die Fabel, daß Typhon unter Sicilien lagere und daß, wenn er sich kehre, Flammen und Gewässer hervorbrechen, ja zuweilen auch kleine Eilande mit siedendem Wasser. „Oftmals sind zwischen Strongyle und Lipara (in diesem weiten Bezirke) auf die Oberfläche des Meeres hervorbrechende Flammen gesehen worden, indem das Feuer aus den Höhlungen in der Tiefe sich einen Durchgang öffnete und mit Gewalt nach außen hervordrang." Im Pindar*) ist der Körper des Typhon von solcher Ausdehnung, daß „Sicilien und die meerumgrenzten Höhen über Cumä (Phlegra, das Brandfeld, genannt) auf der zottigen Brust des Unthiers liegen".

So war Typhon (der tobende Enceladus) in der griechischen Volksphantasie die mythische Bezeichnung der unbekannten, tief im Inneren der Erde liegenden Ursach vulkanischer Erscheinungen. Durch seine Lage und Raumausfüllung wurden angedeutet die Begrenzung und das Zusammenwirken einzelner vulkanischer Systeme. In dem phantasiereichen geologischen Bilde des Erd-Innern, in der großen Weltanschauung, welche Plato im Phädon aufstellt (pag. 112—114), wird dies Zusammenwirken noch kühner, also Etrusker, ihn als solchen benannten (Affen hießen tyrrhenisch ἄριμοι, Strabo lib. XIII. p. 626); bleibt sehr dunkel, und hängt vielleicht mit dem Mythus zusammen, nach welchem die alten Bewohner von Jupiter in Affen verwandelt wurden. Der Affen-Name ἄριμοι erinnerte an Arima oder die Arimer des Homer Il. II, 783 und des Hesiodus, Theog. v. 301. Die Worte εἰν Ἀρίμοις des Homer werden in einigen Codd. in eins zusammengezogen, und in dieser Zusammenziehung finden wir den Namen bei den römischen Schriftstellern (Virg. Aen. IX, 716; Ovid. Metam. XIV, 88). Plinius (Hist. nat. III, 5) sagt sogar bestimmt: "Aenaria, Homero Inarime dicta, Graecis Pithecusa . . . ." Das homerische Land der Arimer, Typhons Lagerstätte, hat man im Alterthume selbst gesucht in Cilicien, Mysien, Lydien, in den vulkanischen Pithekusen, an dem Crater Puteolanus und in dem phrygischen Brandland, unter welchem Typhon einst lag, ja in der Katakekaumene. Daß in historischen Zeiten Affen auf Ischia gelebt haben, so fern von der afrikanischen Küste, ist um so unwahrscheinlicher, als, wie ich schon an einem anderen Orte bemerkt, selbst am Felsen von Gibraltar das alte Dasein der Affen nicht erwiesen scheint, weil Edrisi (im 12ten Jahrhundert) und andere, die Hercules-Straße so umständlich beschreibende, arabische Geographen ihrer nicht erwähnen. Plinius läugnet auch die Affen von Aenaria, leitet aber den Namen der Pithekusen auf die unwahrscheinlichste Weise von πίθος, dolium (a figlinis doliorum) her. „Die Hauptsache in dieser Untersuchung scheint mir," sagt Böckh, „daß Inarima ein durch gelehrte Deutung und Fiction entstandener Name der Pithekusen ist, wie Corcyra auf diese Weise zu Scheria wurde; und daß Aeneas mit den Pithekusen (Aeneae insulae) wohl erst durch die Römer in Verbindung gesetzt worden ist, welche überall in diesen Gegenden ihren Stammvater finden. Für den Zusammenhang mit Aeneas soll auch Näsius zeugen im ersten Buche von punischen Kriege."

*) Pind. Pyth. I, 31. Vergl. Strabo V p. 245 und 248, XIII p. 627. Wir haben bereits oben (Kosmos 4. Buch S. 744) bemerkt, daß Typhon vom Caucasus nach Unter-Italien floh: als deute die Mythe an, daß die vulkanischen Ausbrüche im letzteren Lande minder alt seien wie die auf dem caucasischen Isthmus. Von der Geographie der Vulkane wie von ihrer Geschichte ist die Betrachtung mythischer Ansichten im Volksglauben nicht zu trennen. Beide erläutern sich oft gegenseitig. Was auf der Oberfläche der Erde für die mächtigste der bewegenden Kräfte gehalten wurde (Aristot. Meteorol. II. 8, 3): der Wind, das eingeschlossene Pneuma; wurde als die allgemeine Ursach der Vulcanicität (der feuerspeienden Berge und der Erdbeben) erkannt. Die Naturbetrachtung des Aristoteles war auf die Wechselwirkung der äußeren und der inneren, unterirdischen Luft, auf eine Ausdünstungs-Theorie, auf Unterschiede von warm und kalt, von feucht und trocken, gegründet (Aristot. Meteor. II. 8, 1. 25. 31. und II. 9, 2). Je größer die Masse des „in unterirdischen und unterseeischen Hohlgängen" eingeschlossenen Windes ist, je mehr sie gehindert sind, in ihrer natürlichen, wesentlichen Eigenschaft, sich weithin und schnell zu bewegen, desto heftiger werden die Ausbrüche. "Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis" (Ovid. Metam. XV, 299). Zwischen dem Pneuma und dem Feuer ist ein eigener Verkehr. (Τὸ πῦρ ὅταν μετὰ πνεύματος ᾖ, γίνεται φλὸξ καὶ φέρεται ταχέως; Aristot. Meteor. II. 8, 3. — καὶ γὰρ τὸ πῦρ οἷον πνεύματός τις φύσις; Theophrast. de igne § 30 p. 715.) Auch aus den Wolken sendet das plötzlich frei gewordene Pneuma den zündenden und weitleuchtenden Wetterstrahl (πρηστήρ). „In dem Brandlande, der Katakekaumene von Lydien," sagt Strabo (lib. XIII. p. 628), „werden noch drei, volle vierzig Stadien von einander entfernte Schlünde gezeigt, welche die Blasebälge heißen; darüber liegen rauhe Hügel, welche wahrscheinlich von den emporgeblasenen Glühmassen aufgeschichtet wurden." Schon früher hatte der Amasier angeführt (lib. I. p. 57): „daß zwischen den Cycladen (Thera und Therasia) vier Tage lang Feuerflammen aus dem Meere hervorbrachen, so daß die ganze See siedete und brannte; und es wurde wie durch Hebel allmälig emporgehoben eine aus Glühmassen zusammengesetzte Insel." Alle diese so wohl beschriebenen Erscheinungen werden dem zusammengepreßten Winde beigemessen, der wie elastische Dämpfe wirken soll. Die alte Physik kümmert sich wenig um die einzelnen Wesenheiten des Stoffartigen; sie ist dynamisch und hängt an dem Maaße der bewegenden Kraft. Die Ansicht von der mit der Tiefe zunehmenden Wärme des Planeten als Ursach von Vulkanen und Erdbeben finden wir erst gegen das Ende des dritten Jahrhunderts ganz vereinzelt unter Diocletian von einem christlichen Bischof in Afrika ausgesprochen (Kosmos 4. Buch S. 738). Der Pyriphlegethon des Plato nährt als Feuerstrom, der im Erd-Inneren kreist, alle lavagebende Vulkane: wie wir schon oben im Texte erwähnt haben. In den frühesten Ahnungen der Menschheit, in einem engen Ideenkreise, liegen die Keime von dem, was wir jetzt unter der Form anderer Symbole erklären zu können glauben

ner auf alle vulkanische Systeme ausgedehnt. Die Lavaströme schöpfen ihr Material aus dem Pyriphlegethon, der, „nachdem er sich oftmals unter der Erde umhergewälzt", in den Tartarus sich ergießt. Plato sagt ausdrücklich: „daß von dem Pyriphlegethon die feuerspeienden Berge, wo sich deren auf der Erde finden, kleine Theilchen heraufblasen (οὗτος δ' ἐστὶν ὃν ἐπονομάζουσι Πυριφλεγέθοντα, οὗ καὶ αἱ ῥύσεις ἀποσπάσματα ἀναφυσῶσιν, ὅπη ἂν τύχωσι τῆς γῆς)." Dieser Ausdruck (pag. 113 B) des Herausstoßens mit Heftigkeit deutet gewissermaßen auf die bewegende Kraft des, vorher eingeschloßnen, dann plötzlich durchbrechenden Windes, auf welche später der Stagirite in der Meteorolgie seine ganze Theorie der Vulcanicität gegründet hat.

Nach diesen so uralten Ansichten sind bei der Betrachtung des ganzen Erdkörpers die Reihen-Vulkane noch bestimmter charakterisirt als die Gruppirungen um einen Central-Vulkan. Am auffallendsten ist die Reihung da, wo sie von der Lage und Ausdehnung von Spalten abhängt, welche, meist unter einander parallel, große Landesstrecken linear (cordillerenartig) durchsetzen. Wir finden so im Neuen Continent, um bloß die wichtigsten Reihen sehr nahe an einander gedrängter Vulkane zu nennen, die von Central-Amerika sammt ihrem Anschlusse an Mexico, von Neu-Granada und Quito, von Peru, Bolivia und Chili; im Alten Continent die Sunda-Inseln (den süd-indischen Archipel, besonders Java), die Halbinsel Kamtschatka und ihre Fortsetzung in den Kurilen; die Aleuten, welche das fast geschlossene Berings-Meer südlich begrenzen. Wir werden bei einigen der Hauptgruppen verweilen. Einzelheiten leiten durch ihre Zusammenstellung auf die Gründe der Erscheinungen.

Die Reihen-Vulkane von Central-Amerika, nach älteren Benennungen die Vulkane von Costa Rica, Nicaragua, San Salvador und Guatemala, erstrecken sich von dem Vulkan Turrialva bei Cartago bis zum Vulkan von Soconusco, durch sechs Breitengrade, zwischen 10° 9′ und 16° 2′: in einer Linie, im ganzen von SO nach NW gerichtet, und mit den wenigen Krümmungen, die sie erleidet, eine Länge von 135 geographischen Meilen einnehmend. Diese Länge ist ohngefähr gleich der Entfernung vom Besuv bis Prag. Am meisten zusammengedrängt, wie auf einer und derselben, nur 16 Meilen langen Spalte ausgebrochen, sind die 8 Vulkane, welche zwischen der Laguna de Managua und der Bai von Fonseca liegen, zwischen dem Vulkan von Momotombo und dem von Conseguina, dessen unterirdisches Getöse in Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota im Jahr 1835 wie Geschützfeuer gehört wurde. In Central-Amerika und in dem ganzen südlichen Theil des Neuen Continents, ja im allgemeinen von dem Archipel de los Chonos in Chili bis zu den nördlichsten Vulkanen Edgecombe auf der kleinen Insel bei Sitka*) und dem Eliasberg am Prinz William's Sund, in einer Länge von 1600 geogr. Meilen, sind die vulkanischen Spalten überall in dem westlichsten, dem Littoral der Südsee näheren Theile ausgebrochen. Wo die Reihe der Vulkane von Central-Amerika unter der geographischen Breite von 13°½ (nördlich vom Golf de Fonseca) bei dem Vulkan von Conchagua in den Staat von San Salvador eintritt, ändert sich auf einmal mit der Richtung der Westküste auch die der Vulkane. Die Reihe der letzteren streicht dann OSO—WNW; ja wo die Feuerberge wieder so an einander gedrängt sind, daß 5, noch mehr oder weniger thätige in der geringen Länge von 30 Meilen gezählt werden, ist die Richtung fast ganz O—W. Dieser Abweichung entspricht eine große Anschwellung des Continents gegen Osten in der Halbinsel Honduras, wo die Küste ebenfalls plötzlich vom Cap Gracias á

*) Mount Edgecombe oder der St. Lazarus-Berg, auf der kleinen Insel (Cross's Island bei Lisiansky), welche westlich neben der Nordhälfte der größeren Insel Sitka oder Baranow im Norfolk-Sunde liegt; schon von Cook gesehen: ein Hügel theils von olivinreichem Basalt, theils aus Feldspath-Trachyt zusammengesetzt; von nur 2600 Fuß Höhe. Seine letzte große Eruption, viel Bimsstein zu Tage fördernd, war vom Jahr 1796 (Lutke, Voyage autour du Monde 1836 T. III. p. 15). Acht Jahre darauf gelangte Cap. Lisiansky an den Gipfel, der einen Kratersee enthält. Er fand damals an dem ganzen Berge keine Spuren der Thätigkeit.

Dies bis zum Golf von Amatique 75 Meilen lang genau von Oſt gegen Weſt ſtreicht, nachdem ſie vorher in derſelben Länge von Norden gegen Süden gerichtet war. In der Gruppe der hohen Vulkane von Guatemala (Br. 14° 10′) nimmt die Reibung wieder ihr altes Streichen N 45 °W an, und ſetzt daſſelbe fort bis an die mexicaniſche Grenze gegen Chiapa und den Iſthmus von Huaſacualco. Nordweſtlich vom Vulkan von Socounuſco bis zu dem von Tuxtla iſt nicht einmal ein ausgebrannter Trachytkegel aufgefunden worden; es herrſchen dort quarzreicher Granit und Glimmerſchiefer.

Die Vulkane von Central-Amerika krönen nicht die nahen Gebirgsketten, ſie erheben ſich längs dem Fuße derſelben meiſt ganz von einander getrennt. An den beiden äußerſten Enden der Reihe liegen die größten Höhen. Gegen Süden, in Coſta Rica, ſind von dem Gipfel des Irafu (des Vulkans von Cartago) beide Meere ſichtbar, wozu außer der Höhe (10395 F.) auch die mehr centrale Lage beiträgt. In Südoſt von Cartago ſtehen Berge von zehn- bis eilftauſend Fuß: der Chiriqui (10567 F.) und der Pico blanco (11013 F.) Man weiß nichts von ihrer Geſtein-Beſchaffenheit; wahrſcheinlich ſind es ungeöffnete Trachytkegel. Weiter nach SO hin verflachen ſich die Höhen in Veragua bis zu ſechs- und fünftauſend Fuß. Dies ſcheint auch die mittlere Höhe der Vulkane von Nicaragua und San Salvador zu ſein; aber gegen das nordweſtliche Extrem der ganzen Reihe, unfern der Neuen Stadt Guatemala, erheben ſich wiederum zwei Vulkane bis über 12000 Fuß. Die Maxima fallen alſo, nach meinem obigen Verſuche hypſometriſcher Claſſification der Vulkane, in die dritte Gruppe, gleichkommend dem Aetna und Pic von Teneriffa, während die größere Zahl der Höhen, die zwiſchen beiden Extremen liegen, den Veſuv kaum um 2000 Fuß übertreffen. Die Vulkane von Mexico, Neu-Granada und Quito gehören zur fünften Gruppe und erreichen meiſt über 16000 Fuß.

Wenn auch der Continent von Central-Amerika vom Iſthmus von Panama an durch Veragua, Coſta Rica und Nicaragua bis zum Parallelkreiſe von 110°½ an Breite beträchtlich zunimmt; ſo veranlaßt doch gerade in dieſer Gegend das große Areal des Sees von Nicaragua und die geringe Höhe ſeines Spiegels (kaum 120 Pariſer Fuß*) über beiden Meeren) eine ſolche Landes-Erniedrigung, daß aus derſelben eine oft den Seefahrern im ſogenannten ſtillen Meer gefahrbringende Luft-Ueberſtrömung vom antilliſchen Meere in die Südſee verurſacht wird. Die ſo erregten Nordoſt-Stürme werden mit dem Namen der Papagayos belegt, und wüthen bisweilen ununterbrochen 4 bis 5 Tage. Sie haben die große Merkwürdigkeit, daß gewöhnlich der Himmel dabei ganz wolkenlos bleibt. Der Name iſt dem Theil der Weſtküſte von Nicaragua zwiſchen Brito oder Cabo Deſolado und Punta S. Elena (von 11° bis 22′ bis 10° 50′) entlehnt, welcher Golfo del Papagayo heißt und ſüdlich vom Puerto de San Juan del Sur die kleinen Baien von Salinas und S. Elena einſchließt. Ich habe auf der Schifffahrt von Guayaquil nach Acapulco über zwei volle Tage (9—11 März 1803) die Papagayos in ihrer ganzen Stärke und Eigenthümlichkeit, aber ſchon etwas ſüdlicher, in weniger als 9° 13′ Breite, beobachten können. Die Wellen gingen höher, als ich ſie je geſehen; und die beſtändige Sichtbarkeit der Sonnenſcheibe am heiterſten, blauen Himmelsgewölbe machte es mir möglich, die Höhe der Wellen durch Sonnenhöhen, auf dem Rücken der Wellen und in der Tiefe genommen, nach einer damals noch nicht verſuchten Methode zu meſſen. Alle ſpaniſche, engliſche†) und amerikaniſche Seefahrer ſchreiben dem atlantiſchen Nordoſt-Paſſate die hier beſchriebenen Stürme der Südſee zu.

---

*) Schon unter der ſpaniſchen Oberherrſchaft hatte 1781 der ſpaniſche Ingenieur, Don Joſé Galiſteo, eine nur 6 Fuß größere Höhe des Spiegels der Laguna von Nicaragua gefunden als Bailly in ſeinen verſchiedenen Nivellements von 1838 (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 321).

†) Vergl. Sir Edward Belcher, Voyage round the World Vol. I. p. 185. Ich befand mich im Papagayo-Sturm nach meiner ihronometriſchen Länge 19° 11′ weſtlich vom Meridian von Guayaquil, alſo 101° 29′ weſtlich von Paris, 220 geographiſche Meilen weſtlich von dem Littoral von Coſta Rica.

Die Eingeborenen führen eine um mehr als ⅓ größere Zahl auf, und bringen dabei eine Menge von alten Ausbruch-Becken in Anschlag, welche vielleicht nur Seiten-Eruptionen am Abhange eines und desselben Vulkans waren. Unter den isolirten Kegel- und Glockenbergen, die man dort Vulkane nennt, mögen allerdings viele aus Trachyt oder Dolerit bestehen, aber, von je her ungeöffnet, seit ihrer Hebung nie eine feurige Thätigkeit gezeigt haben. Als entzündet sind jetzt zu betrachten achtzehn: von denen Flamme, Schlacken und Lavaströme ausstießen in diesem Jahrhundert (1825, 1835, 1848 und 1850) sieben; und aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts (1775 und 1799) zwei.*) Der Mangel von Lavaströmen in den mächtigen Vulkanen der Cordillaren von Quito hat in neuerer Zeit mehrmals zu der Behauptung Anlaß gegeben, als sei dieser Mangel eben so allgemein in den Vulkanen von Central-Amerika. Allerdings sind, der Mehrzahl nach, Schlacken- und Aschen-Ausbrüche von keinem Erguß von Lava begleitet gewesen, wie z. B. jetzt in dem Vulkan von Izalco; aber die Beschreibungen, welche Augenzeugen von den lava-ergießenden Ausbrüchen der vier Vulkane Rindiri, el Nuevo, Conseguina und San Miguel de Bosotlan gegeben haben, sprechen dagegen.†)

Ich habe absichtlich bei den Einzelheiten der Lage und der dichten Zusammendrängung der Reihen-Vulkane von Central-Amerika lange verweilt: in der Hoffnung, daß endlich einmal ein Geognost, der vorher europäische thätige Vulkane und die ausgebrannten der Auvergne, oder des Vivarais, oder der Eifel gründlich beobachtet hat, auch (was von der größten Wichtigkeit ist) die petrographische Zusammensetzung der Gebirgsarten nach den Erfordernissen des jetzigen Zustandes unserer mineralogischen Kenntnisse zu beschreiben weiß, sich angeregt fühlen möchte, diese so nahe und zugängliche Gegend zu besuchen. Vieles ist hier noch zu thun übrig, wenn der Reisende sich ausschließlich geognostischen Untersuchungen widmet: besonders der orytognostischen Bestimmung der trachytischen, doleritischen und melaphyrischen Gebirgsarten; der Sonderung des ursprünglich Gehobenen

---

tionen waren von 1581, 1586, 1623, 1705, 1710, 1717, 1732, 1737 und 1799; aber nicht sowohl diese Eruptionen, sondern die zerstörenden Erdbeben, welche sie begleiteten, haben in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die spanische Regierung bewogen den zweiten Sitz der Stadt (wo jetzt die Ruinen von la Antigua Guatemala stehen) zu verlassen, und die Einwohner zu zwingen sich nördlicher, in der neuen Stadt Santiago de Guatemala, anzusiedeln. Hier, wie bei der Verlegung von Riobamba und mehrerer anderer den Vulkanen der Andeskette naher Städte, ist dogmatisch und leidenschaftlich ein Streit geführt worden über die problematische Auswahl einer Localität, „von der man nach den bisherigen Erfahrungen vermuthen dürfte, daß sie den Einwirkungen naher Vulkane (Lavaströmen, Schlacken-Auswürfen und Erdbeben!) wenig ausgesetzt wäre." Der Volcan de Fuego hat 1852 in einem großen Ausbruch einen Lavastrom gegen das Littoral der Südsee ergossen. Capitän Basil Hall maß unter Segel beide Vulkane von Alt-Guatemala, und fand für den Volcan de Fuego 13760, für den Volcan de Agua 13983 Pariser Fuß. Die Fundamente dieser Messung hat Poggendorff geprüft. Er hat die mittlere Höhe beider Berge geringer gefunden und auf ohngefähr 12300 Fuß reducirt.

Volcan de Quesaltenango* (Br. 15° 10'), entzündet seit 1821 und rauchend: neben der Stadt gleichen Namens; eben so sollen entzündet sein die drei Kegelberge, welche südlich den Alpensee Atitlan (im Gebirgsstock Solola) begrenzen. Der von Juarros benannte Vulkan von Tajamulco kann wohl nicht mit dem Vulkan von Quesaltenango identisch sein, da dieser von dem Dörfchen Tajamulco, südlich von Tejutla, 10 geogr. Meilen in NW entfernt ist.

Was sind die zwei von Funel genannten Vulkane von Sacatepequez und Sapotitlan, oder [illegible] Volcan de Amilpas?

Der große Vulkan von Soconusco [illegible] an der Grenze von Chiapa, 7 Meilen südlich von Ciudad Real, in Br. 16° 2'.

Ich glaube am Schluß dieser langen Note [illegible] erinnern zu müssen, daß die hier angegebenen [illegible] trischen Höhen-Bestimmungen theils von [illegible] herrühren, theils den Schriften und Karten von Dalla Squier und Molina entlehnt, und in Pariser Fuß ausgedrückt sind.

*) Als gegenwärtig mehr oder weniger [illegible] Vulkane sind mit Wahrscheinlichkeit folgende 15 zu betrachten, also fast die Hälfte aller von mir aufgezählten in der Vor- und Jetztzeit thätigen Vulkane: Irazu und Turrialva bei Cartago, el Rincon de la Vieja, Botos (?) und Orosi; der Insel-Vulkan Omotepec, Rindiri, Momotombo, el Nuevo am Fuß des Trachyt-Gebirges las Pilas, Telica, el Viejo, Conseguina, San Miguel Bosotlan, San Vincente, Izalco, Pacaya, Volcan de Fuego (de Guatemala) und Quesaltenango. Die neuesten Ausbrüche sind geognostisch von el Nuevo bei las Pilas 18. April 1850, San Miguel Bosotlan 1848, Conseguina und San Vicente 1835, Izalco 1825, Volcan de Fuego bei Neu-Guatemala 1799 und 1852, Pacaya [illegible]

†) Vergl. Squier, Nicaragua Vol. II. p. [illegible] mit p. 106 u. 111, wie auch seine frühere Notiz On the Volcanos of Central America 1850 p. [illegible] de Buch, Iles Canaries p. 506: wo der aus dem Vulkan Rindiri 1775 ausgebrochene, ganz neuerdings von einem sehr wissenschaftlichen Beobachter, Dr. Caffied, wieder gesehene Lavastrom erwähnt ist.

es Theils der gehobenen Maſſe, welcher durch ſpätere Ausbrüche überſchüttet worden
er Aufſuchung und Erkennung von wirklichen, ſchmalen, ununterbrochenen Lavaſtrö-
die nur zu oft mit Anhäufungen ausgeworfener Schlacken verwechſelt werden. Nie
ete Kegelberge, in Dom- und Glockenform aufſteigend, wie der Chimborazo, ſind
von vormals oder jetzt noch thätigen, Schlacken und Lavaſtröme, wie Veſuv und
, oder Schlacken und Aſche allein, wie Pichincha und Cotopaxi, ausſtoßenden Vul-
ſcharf zu trennen. Ich wüßte nicht, was unſerer Kenntniß vulkaniſcher Thätigkeit,
ſo ſehr noch an Mannigfaltigkeit des Beobachteten auf großen und zuſammenhan-
n Continental-Räumen gebricht, einen glänzenderen Fortſchritt verheißen könnte.
en dann, als materielle Früchte ſolch einer großen Arbeit, Gebirgsſammlungen von
iſolirten wirklichen Vulkanen und ungeöffneten Trachytkegeln, ſammt den unvulkani-
Maſſen, welche von beiden durchbrochen worden ſind, heimgebracht; ſo wäre der nach-
den chemiſchen Analyſe und den chemiſch-geologiſchen Folgerungen, welche die Ana-
eranlaßt, ein eben ſo weites als fruchtbares Feld geöffnet. Central-Amerika und
haben vor Mexico, Quito und Chili den unverkennbaren Vorzug, in einem größeren
e die vielgeſtaltetſten und am meiſten zuſammengedrängten Gerüſte vulkaniſcher
gkeit aufzuweiſen.

, wo mit dem Vulkan von Soconusco (Br. 16° 2′) an der Grenze von Chiapa die
rakteriſtiſche Reihe der Vulkane von Central-Amerika endet, fängt ein ganz verſchie-
Syſtem von Vulkanen, das mexikaniſche, an. Die, für den Handel mit der
ee-Küſte ſo wichtige Landenge von Huaſacualco und Tehuantepec iſt, wie der nord-
cher gelegene Staat von Oaxaca, ganz ohne Vulkane, vielleicht auch ohne ungeöffnete
ytkegel. Erſt in 40 Meilen Entfernung vom Vulkan von Soconusco erhebt ſich
an der Küſte von Alvarado der kleine Vulkan von Tuxtla (Br. 18° 28′). Am öſt-
Abfall der Sierra de San Martin gelegen, hat er einen großen Flammen- und
n-Ausbruch am 2. März 1793 gehabt. Eine genaue aſtronomiſche Ortsbeſtimmung
koloſſalen Schneeberge und Vulkane im Inneren von Mexico (dem alten Anahuac)
ich erſt nach meiner Rückkehr nach Europa, beim Eintragen der Maxima der Höhen
eine große Karte von Neu-Spanien, zu dem überaus merkwürdigen Reſultate geführt:
s dort, von Meer zu Meer, einen Parallel der Vulkane und größ-
Höhen giebt, der um wenige Minuten um den Parallel von 19° oſcillirt. Die
en Vulkane und zugleich die einzigen mit ewigem Schnee bedeckten Berge des
s, alſo Höhen, welche eilf- bis zwölftauſend Fuß überſteigen: die Vulkane von Ori-
, Popocatepetl, Toluca und Colima; liegen zwiſchen den Breiten-
von 18° 59′ und 19° 20′, und bezeichnen gleichſam die Richtung einer
lte vulkaniſcher Thätigkeit von 90 Meilen Länge.*) In derſelben
ng (Br. 19° 9′), zwiſchen den Vulkanen von Toluca und Colima, von beiden 29
geogr. Meilen entfernt, hat ſich in einer weiten Hochebene von 2424 Fuß am 14.

---

alle Fundamente dieſer mexicaniſchen Orts-
ungen und ihre Vergleichung mit den Beobach-
von Don Joaquin Ferrer in meinem Recueil
- astron. Vol. II. p. 521, 529 und 536—550,
ai pol. sur la Nouvelle-Espagne T. I. p. 55
nd 176, T. II. p. 173. Ueber die aſtronomi-
Beſtimmung des Vulkans von Colima, nahe
ee-Küſte, habe ich ſelbſt früh Zweifel erregt
ol. T. I. p. 68, T. II. p. 180). Nach Höhen-
die Cap. Baſil Hall unter Segel genommen,
Vulkan in Br. 19° 36′: alſo einen halben Grad
T, als ich ſeine Lage aus Itinerarien geſchloſ-
lich ohne abſolute Beſtimmungen für Selaqua
arlan, auf die ich mich ſtützte. Die Breite 19°
che ich im Text angegeben habe, iſt, wie die
Beſtimmung (11266 F.), vom Cap. Beechey
e Part II. p. 587). Die neueſte Karte von Laurie (The Mexican and Central States of America 1853) giebt 19° 20′ für die Breite an. Auch kann die Breite vom Jorullo um 2 bis 3 Minuten falſch ſein, da ich dort ganz mit geologiſchen und topographiſchen Arbeiten beſchäftigt war, und weder die Sonne noch Sterne zur Breiten-Beſtimmung ſichtbar wurden. Vergl. Baſil Hall, Journal written on the Coast of Chili, Peru and Mexico 1824 Vol. II. p. 379; Beechey, Voyage Part. II. p. 587; und Humboldt, Essai pol. T. I. p. 68, T. II. p. 180. Nach den treuen, ſo überaus maleriſchen Anſichten, welche Moritz Rugendas von dem Vulkan von Colima entworfen und die in dem Berliner Muſeum aufbewahrt werden, unterſcheidet man zwei einander nahe Berge: den eigentlichen, immer Rauch ausſtoßenden Vulkan, der ſich mit wenig Schnee bedeckt; und die höhere Nevada, welche tief in die Region des ewigen Schnees aufſteigt.

Die Eingeborenen führen eine um mehr als ½ größere Zahl auf, und bringen dabei eine Menge von alten Ausbruch-Becken in Anschlag, welche vielleicht nur Seiten-Eruptionen am Abhange eines und desselben Vulkans waren. Unter den isolirten Kegel- und Glockenbergen, die man dort Vulkane nennt, mögen allerdings viele aus Trachyt oder Detrit bestehen, aber, von je her ungeöffnet, seit ihrer Hebung nie eine feurige Thätigkeit gezeigt haben. Als entzündet sind jetzt zu betrachten achtzehn: von denen Flammen, Schlacken und Lavaströme ausstießen in diesem Jahrhundert (1825, 1835, 1848 und 1850) sieben; und aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts (1775 und 1799) zwei.*) Der Mangel von Lavaströmen in den mächtigen Vulkanen der Cordilleren von Quito hat in neuerer Zeit mehrmals zu der Behauptung Anlaß gegeben, als sei dieser Mangel eben so allgemein in den Vulkanen von Central-Amerika. Allerdings sind, der Mehrzahl nach, Schlacken- und Aschen-Ausbrüche von keinem Erguß von Lava begleitet gewesen, wie z. B. jetzt in dem Vulkan von Izalco; aber die Beschreibungen, welche Augenzeugen von den lava-ergießenden Ausbrüchen der vier Vulkane Nindiri, el Nuevo, Conseguina und San Miguel de Bosotlan gegeben haben, sprechen dagegen.†)

Ich habe absichtlich bei den Einzelheiten der Lage und der dichten Zusammendrängung der Reihen-Vulkane von Central-Amerika lange verweilt: in der Hoffnung, daß endlich einmal ein Geognost, der vorher europäische thätige Vulkane und die ausgebrannten der Auvergne, oder des Vivarais, oder der Eifel gründlich beobachtet hat, auch (was von der größten Wichtigkeit ist) die petrographische Zusammensetzung der Gebirgsarten nach den Erfordernissen des jetzigen Zustandes unserer mineralogischen Kenntnisse zu beschreiben weiß, sich angeregt fühlen möchte, diese so nahe und zugängliche Gegend zu besuchen. Vieles ist hier noch zu thun übrig, wenn der Reisende sich ausschließlich geognostischen Untersuchungen widmet: besonders der oryctognostischen Bestimmung der trachytischen, doleritischen und melaphyrischen Gebirgsarten; der Sonderung des ursprünglich Gehobenen

---

tionen waren von 1581, 1586, 1623, 1705, 1710, 1717, 1732, 1737 und 1799; aber nicht sowohl diese Eruptionen, sondern die zerstörenden Erdbeben, welche sie begleiteten, haben in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die spanische Regierung bewogen den zweiten Sitz der Stadt (wo jetzt die Ruinen von la Antigua Guatemala stehen) zu verlassen, und die Einwohner zu zwingen sich nördlicher, in der neuen Stadt Santiago de Guatemala, anzusiedeln. Hier, wie bei der Verlegung von Riobamba und mehrerer anderer den Vulkanen der Andeskette naher Städte, ist dogmatisch und leidenschaftlich ein Streit geführt worden über die problematische Auswahl einer Localität, „von der man nach den bisherigen Erfahrungen vermuthen dürfte, daß sie den Einwirkungen naher Vulkane (Lavaströmen, Schlacken-Auswürfen und Erdbeben!) wenig ausgesetzt wäre.“ Der Volcan de Fuego hat 1852 in einem großen Ausbruch einen Lavastrom gegen das Littoral der Südsee ergossen. Capitän Basil Hall maß unter Segel beide Vulkane von Alt-Guatemala, und fand für den Volcan de Fuego 13700, für den Volcan de Agua 13983 Pariser Fuß. Die Fundamente dieser Messung hat Poggendorff geprüft. Er hat die mittlere Höhe beider Berge geringer gefunden und auf ohngefähr 12300 Fuß reducirt.

Volcan de Quesaltenango* (Br. 15° 10′), entzündet seit 1821 und rauchend: neben der Stadt gleichen Namens; eben so sollen entzündet sein die drei Kegelberge, welche südlich den Alpenser Atitlan (im Gebirgsstock Solola) begrenzen. Der von Juarros benannte Vulkan von Tajamulco kann wohl nicht mit dem Vulkan von Quesaltenango identisch sein, da dieser von dem Dorfchen Tajamulco, südlich von Tejutla, 10 geogr. Meilen in NW entfernt ist.

Was sind die zwei von Funel genannten Vulkane von Sacatepequez und Sapotitlan, oder Beide Volcan de Amilpas?

Der große Vulkan von Soconusco: liegend an der Grenze von Chiapa, 7 Meilen südlich von Tuxtel Real, in Br. 16° 2′.

Ich glaube am Schluß dieser langen Note abermals erinnern zu müssen, daß die hier angegebenen barometrischen Höhen-Bestimmungen theils von Espinosa herrühren, theils den Schriften und Karten von Bold, Squier und Molina entlehnt, und im Pariser Fuße ausgedrückt sind.

*) Als gegenwärtig mehr oder weniger thätig Vulkane sind mit Wahrscheinlichkeit folgende 18 zu betrachten, also fast die Hälfte aller von mir aufgezählten in der Vor- und Jetztzeit thätigen Vulkane: Irazu und Turrialva bei Cartago, el Rincon de la Vieja, Botos (?) und Orosi; der Insel-Vulkan Omtepec, Nindiri, Momotombo, el Nuevo am Fuß des Trachyt-Gebirges las Pilas, Telica, el Viejo, Conseguina, San Miguel Bosotlan, San Vincente, Izalco, Pacaya, Volcan de Fuego (de Guatemala) und Quesaltenango. Die neuesten Ausbrüche sind gewesen: bei el Nuevo bei las Pilas 18. April 1850, San Miguel Bosotlan 1848, Conseguina und San Vicente 1835, Izalco 1825, Volcan de Fuego bei Neu-Guatemala 1799 und 1852, Pacaya 1775.

†) Vergl. Squier, Nicaragua Vol. II. p. 243 mit p. 106 u. 111, wie auch seine frühere kleine Schrift On the Volcanos of Central America 1850 p. 5: L. de Buch, Iles Canaries p. 596: wo der auf dem Vulkan Nindiri 1775 ausgebrochene, ganz neuerlich von einem sehr wissenschaftlichen Beobachter, Dr. Oersted, wieder gesehene Lavastrom erwähnt ist.

an die nördlichſte Gruppe der Reihen-Vulkane von Südamerika in einem Blicke
nfaßt, ſo gewinnt allerdings die, in Quito oft ausgeſprochene und durch hiſtoriſche
en einigermaßen begründete Meinung von der Wanderung der vulkaniſchen Thä-
d Intenſitäts-Zunahme von Norden nach Süden einen gewiſſen Grad der Wahr-
keit. Freilich finden wir im Süden, und zwar neben dem wie Stromboli wirken-
ſſe Sangay, die Trümmer des „Fürſten der Berge", Capac-Urcu: welcher den
azo an Höhe übertroffen haben ſoll, aber in den letzten Decennien des funfzehnten
derts (14 Jahre vor der Eroberung von Quito durch den Sohn des Inca Tupac
ui) einſtürzte, verloſch und ſeitdem nicht wieder entbrannte.

Raum der Andeskette, welchen die Gruppen der Vulkane nicht bedecken, iſt weit
als man gewöhnlich glaubt. In dem nördlichen Theile von Südamerika findet ſich
n Volcan de Ruiz und dem Kegelberge Tolima, den beiden nördlichſten Vulkanen
ulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito, an bis über den Iſth-
von Panama gegen Coſta Rica hin, wo die Vulkan-Reihe von Central-
ika beginnt, ein von Erdſtößen oft und mächtig erſchüttertes Land, in welchem
engebende Salſen, aber keine ächt vulkaniſche Eruptionen bekannt ſind. Die Länge
Landes beträgt 157 geogr. Meilen. Faſt zwiefach ſo lang (242 Meilen einneh-
iſt eine vulkanleere Strecke vom Sangay, dem ſüdlichen Endpunkte der
e von Neu-Granada und Quito, bis zum Chacani bei Arequipa, dem Anfang der
an-Reihe von Peru und Bolivia. So verwickelt und verſchiedenar-
ß in derſelben Gebirgskette das Zuſammentreffen der Verhältniſſe geweſen ſein, von
die Bildung permament offen bleibender Spalten und der ungehinderte Verkehr
chmolzenen Erd-Inneren mit dem Luftkreiſe abhangen. Zwiſchen den Gruppen von
und doleritartigem Geſtein, durch welche die vulkaniſchen Kräfte thätig werden, lie-
das kürzere Strecken, in denen herrſchen: Granit, Syenit, Glimmerſchiefer, Thon-
, Quarzporphyre, kieſelartige Conglomerate und ſolche Kalkſteine, von denen ein be-
cher Theil (nach Leopolds von Buch ſcharfſinniger Unterſuchung der von mir und
ardt heimgebrachten organiſchen Reſte) zur Kreide-Formation gehört. Das allmä-
uſiger-Werden von labradoriſchen, pyroxen- und oligoklas-reichen Gebirgsarten ver-
dem aufmerkſamen Reiſenden, wie ich ſchon an einem anderen Orte gezeigt habe,
ergang einer, bis dahin in ſich abgeſchloſſenen, unvulkaniſchen, und in quarzloſen
ren, voll glaſigen Feldſpaths, oft ſehr ſilberreichen Zone in die noch frei mit dem
n des Erdkörpers communicirenden vulkaniſchen Regionen.

genauere Kenntniß von der Lage und den Grenzen der 5 Gruppen von Vulkanen
ruppen von Anahuac oder des tropiſchen Mexico's, von Central-Amerika,
eu-Granada und Quito, von Peru und Bolivia, und von Chili),
wir in der neueſten Zeit gelangt ſind, lehrt uns, daß in dem Theil der Cordilleren,
ſich von 19°¼ nördlicher bis 46° ſüdlicher Breite erſtreckt: alſo, die durch eine ver-
Achſenrichtung verurſachten Krümmungen mit eingerechnet, in einer Länge von faſt
eographiſchen Meilen; unbedeutend mehr*) als die Hälfte (die Rechnung giebt

---

lgendes iſt das Reſultat der Längen- und Hö-
immungen von den fünf Gruppen der Reihen-
in der Andeskette, wie auch die Angabe der
ng der Gruppen von einander: eine Ang be,
Verhältniſſe des Areals erläutert, das vul-
oder unvulkaniſch iſt:

Gruppe der mexicaniſchen Vulkane. Die
, auf der die Vulkane ausgebrochen ſind, iſt
ſt nach Weſt gerichtet, vom Orizaba bis zum
, in einer Erſtreckung von 98 geogr. Meilen;
n Br. 19° und 19° 20'. Der Vulkan von
liegt iſolirt 32 Meilen öſtlicher als Orizaba,
der Küſte des mexicaniſchen Golfes nahe, und in ei-
nem Parallelkreiſe (18° 28'), der einen halben Grad
ſüdlicher iſt.

II. Entfernung der mexicaniſchen Gruppe von der nächſtfolgenden Gruppe Central-Amerika's (Abſtand vom Vulkan von Orizaba zum Vulkan von Soconusco in der Richtung OSO—WNW): 75 Meilen.

III. Gruppe der Vulkane von Central-Amerika: ihre Länge von SO nach NW, vom Vulkan Soconusco bis Turrialva in Coſta Rica, über 170 Meilen.

635 gegen 607 Meilen) mit Vulkanen bedeckt ist. Betrachtet man die Vertheilung des vulkanleeren Raumes zwischen die 5 Vulkan-Gruppen, so findet man das Maximum des Abstandes zweier Gruppen von einander bei den Vulkanreihen von Quito und Peru. Es ist derselbe volle 240 Meilen, während die am meisten einander genäherten Gruppen die erste und zweite, die von Mexico und Central-Amerika, sind. Die 4 Zwischenräume zwischen den 5 Gruppen entsprechenden Meilenzahlen 75, 157, 240, 135. Der große Abstand, welchen der südlichste Vulkan Quito's von dem nördlichsten Peru's darbietet, ist auf den ersten Anblick um so auffallender, als man nach altem Gebrauch in Gradmessung auf dem Hochlande von Quito die peruanische zu nennen pflegt. Nur der kleinere südliche Theil der Andeskette von Peru ist vulkanisch. Die Zahl der Vulkane ist zufolge der Listen, welche ich nach sorgfältiger Discussion der neuesten Materialien angefertigt habe, in allgemeiner Uebersicht folgende:

Namen der fünf Gruppen von Reihen-Vulkanen des Neuen Continents von 19° 25′ nördlicher bis 46° 8′ südlicher Breite	Zahl der Vulkane, welche jede Gruppe umfaßt	Zahl der Vulkane, welche noch als erloschen zu betrachten sind
Gruppe von Mexico *)	6	4
Gruppe von Central-Amerika †)	29	18
Gruppe von Neu-Granada und Quito ‡)	18	10
Gruppe von Peru und Bolivia ‖	14	3

IV. Entfernung der Gruppe Central-Amerika's von der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito: 157 Meilen.

V. Gruppe der Vulkane von Neu-Granada und Quito; ihre Länge vom Ausbruch in dem Paramo de Ruiz nördlich vom Volcan de Tolima bis zum Vulkan von Sangay: 118 Meilen. Der Theil der Andeskette zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan und dem südlichen Theile des vulkanischen Bergknotens von Pasto ist NNO—SSW gerichtet. Weit östlich von den Vulkanen von Popayan, an den Quellen des Rio Fragua, liegt ein sehr isolirter Vulkan, welchen ich nach der mir von Missionaren von Timana mitgetheilten Angabe auf meine General-Karte der Bergknoten der südamerikanischen Cordilleren eingetragen habe; Entfernung vom Meeresufer 38 Meilen.

VI. Entfernung der Vulkan-Gruppe Neu-Granada's und Quito's von der Gruppe von Peru und Bolivia: 240 Meilen; die größte Länge einer vulkanfreien Kette.

VII. Gruppe der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia: vom Volcan de Chacani und Arequipa bis zum Vulkan von Atacama (16°½ — 21°½) 105 Meilen.

VIII. Entfernung der Gruppe Peru's und Bolivia's von der Vulkan-Gruppe Chili's: 135 Meilen. Von dem Theil der Wüste von Atacama, an dessen Rand sich der Vulkan von San Pedro erhebt, bis weit über Copiapo hinaus, ja bis zum Vulkan von Coquimbo (30° 5′) in der langen Cordillere westlich von den beiden Provinzen Catamarca und Rioja, steht kein vulkanischer Kegel.

IX. Gruppe von Chili: vom Vulkan von Coquimbo bis zum Vulkan San Clemente 242 Meilen.

Diese Schätzungen der Länge der Cordilleren mit der Krümmung, welche aus der Veränderung der Achsenrichtung entsteht, von dem Parallel der mexicanischen Vulkane in 19°½ nördlicher Breite bis zum Vulkan von San Clemente in Chili (46° 8′ südl. Breite); geben für einen Abstand von 1242 Meilen einen Raum von 635 Meilen, der mit fünf Gruppen gereihter Vulkane (Mexico, Central-Amerika, Neu-Granada mit Quito, Peru mit Bolivia, und Chili) bedeckt ist; und einen wahrscheinlich ganz vulkanfreien Raum von 607 Meilen. Beide Räume sind sich ohngefähr gleich. Ich habe sehr bestimmte numerische Verhältnisse angegeben, wie sie sorgfältige Discussion eigener und fremder Karten dargeboten, damit man angeregt werde dieselben zu verbessern. Der ganz vulkanfreie Theil der Cordillerern ist der größten der Gruppen Neu-Granada-Quito und Peru-Bolivia. Er ist zufällig dem gleich, welchen die Vulkane nun bedecken.

) Die Gruppe der Vulkane von Mexico umfaßt die Vulkane von Orizaba, Popocatepetl*, Iztaccihuatl*, Xorullo*, Colima* und Turtle*. Die mit entzündeten Vulkane sind hier, wie in ähnlichen Fällen, mit einem Sternchen bezeichnet.

†) Die Vulkan-Reihe von Central-Amerika ist in den Anmerkungen S. 778—780 aufgezählt.

‡) Die Gruppe von Neu-Granada und Quito umfaßt den Paramo y Volcan de Ruiz*, den Vulkan von Tolima, Puracé* und Sotará* bei Popayan; den Volcan del Rio Fragua, eines Zuflusses des Caqueta; die Vulkane von Pasto, el Azufral*, Cabal*, Tuquerres*, Chiles, Imbabura, Cotocachi, Rucu-Pichincha, Antisana*, Cotopaxi*, Tunguruhua*, Carac-Loma oder Altar de los Collanos (?), Sangay*.

‖) Die Gruppe des südlichen Peru und Bolivia enthält von Norden nach Süden folgende 14 Vulkane:

Vulkan von Chacani (nach Curzon und Pentland auch Charcani genannt): zur Gruppe von Arequipa gehörig und von der Stadt aus sichtbar; er liegt am rechten Ufer des Rio Quilca: nach Pentland, dem genauesten geologischen Forscher dieser Gegend, in Br. 16° 11′; acht Meilen südlich von dem Pueblo de Chuquibamba, der über 18000 Fuß Höhe geschätzt wird. Handschriftliche Notizen, die ich besitze, geben dem Vulkan von Chacani 18000 Fuß. Im südöstlichen Theil des Gipfels sah Curzon einen großen Krater.

Vulkan von Arequipa*: Br. 16° 20′; bei Meilen in NO von der Stadt. Ueber seine Höhe (17714 F.?) vergleiche Kosmos 4. Band S. 317. Thaddäus Hänke, der Botaniker der Expedition des Malaspina (1796), Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (1811) und James Weddell (1847) haben den Gipfel erstiegen. Man sah im August 1831 große Rauchsäulen aufsteigen;

Wenn man die nördlichste Gruppe der Reihen-Vulkane von Südamerika in einem Blicke zusammenfaßt, so gewinnt allerdings die, in Quito oft ausgesprochene und durch historische Nachrichten einigermaßen begründete Meinung von der Wanderung der vulkanischen Thätigkeit und Intensitäts-Zunahme von Norden nach Süden einen gewissen Grad der Wahrscheinlichkeit. Freilich finden wir im Süden, und zwar neben dem wie Stromboli wirkenden Colosse Sangay, die Trümmer des „Fürsten der Berge", Capac-Urcu: welcher den Chimborazo an Höhe übertroffen haben soll, aber in den letzten Decennien des funfzehnten Jahrhunderts (14 Jahre vor der Eroberung von Quito durch den Sohn des Inca Tupac Yupanqui) einstürzte, verlosch und seitdem nicht wieder entbrannte.

Der Raum der Andeskette, welchen die Gruppen der Vulkane nicht bedecken, ist weit größer, als man gewöhnlich glaubt. In dem nördlichen Theile von Südamerika findet sich von dem Volcan de Ruiz und dem Kegelberge Tolima, den beiden nördlichsten Vulkanen der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito, an bis über den Isthmus von Panama gegen Costa Rica hin, wo die Vulkan-Reihe von Central-Amerika beginnt, ein von Erdstößen oft und mächtig erschüttertes Land, in welchem flammengebende Salsen, aber keine ächt vulkanische Eruptionen bekannt sind. Die Länge dieses Landes beträgt 157 geogr. Meilen. Fast zwiefach so lang (242 Meilen einnehmend) ist eine vulkanleere Strecke vom Sangay, dem südlichen Endpunkte der Gruppe von Neu-Granada und Quito, bis zum Chacani bei Arequipa, dem Anfang der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia. So verwickelt und verschiedenartig muß in derselben Gebirgskette das Zusammentreffen der Verhältnisse gewesen sein, von welchen die Bildung permament offen bleibender Spalten und der ungehinderte Verkehr des geschmolzenen Erd-Inneren mit dem Luftkreise abhangen. Zwischen den Gruppen von trachyt- und doleritartigem Gestein, durch welche die vulkanischen Kräfte thätig werden, liegen etwas kürzere Strecken, in denen herrschen: Granit, Syenit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarzporphyre, kieselartige Conglomerate und solche Kalksteine, von denen ein beträchtlicher Theil (nach Leopolds von Buch scharfsinniger Untersuchung der von mir und Degenhardt heimgebrachten organischen Reste) zur Kreide-Formation gehört. Das allmälige Häufiger-Werden von labradorischen, pyroxen- und oligoklas-reichen Gebirgsarten verkündigt dem aufmerksamen Reisenden, wie ich schon an einem anderen Orte gezeigt habe, den Uebergang einer, bis dahin in sich abgeschlossenen, unvulkanischen, und in quarzlosen Porphyren, voll glasigen Feldspaths, oft sehr silberreichen Zone in die noch frei mit dem Inneren des Erdkörpers communicirenden vulkanischen Regionen.

Die genauere Kenntniß von der Lage und den Grenzen der 5 Gruppen von Vulkanen (den Gruppen von Anahuac oder des tropischen Mexico's, von Central-Amerika, von Neu-Granada und Quito, von Peru und Bolivia, und von Chili), zu der wir in der neuesten Zeit gelangt sind, lehrt uns, daß in dem Theil der Cordilleren, welcher sich von 19°¼ nördlicher bis 46° südlicher Breite erstreckt: also, die durch eine veränderte Achsenrichtung verursachten Krümmungen mit eingerechnet, in einer Länge von fast 1300 geographischen Meilen; unbedeutend mehr*) als die Hälfte (die Rechnung giebt

*) Folgendes ist das Resultat der Längen- und Höhen-Bestimmungen von den fünf Gruppen der Reihen-Vulkane in der Andeskette, wie auch die Angabe der Entfernung der Gruppen von einander: eine Angabe, welche die Verhältnisse des Areals erläutert, das vulkanisch oder unvulkanisch ist:

I. Gruppe der mexicanischen Vulkane. Die Spalte, auf der die Vulkane ausgebrochen sind, ist von Ost nach West gerichtet, vom Orizaba bis zum Colima, in einer Erstreckung von 98 geogr. Meilen; zwischen Br. 19° und 19° 20'. Der Vulkan von Tuxtla liegt isolirt 32 Meilen östlicher als Orizaba, der Küste des mexicanischen Golfes nahe, und in einem Parallelkreise (18° 28'), der einen halben Grad südlicher ist.

II. Entfernung der mexicanischen Gruppe von der nächstfolgenden Gruppe Central-Amerika's (Abstand vom Vulkan von Orizaba zum Vulkan von Soconusco in der Richtung OSO—WNW): 75 Meilen.

III. Gruppe der Vulkane von Central-Amerika: ihre Länge von SO nach NW, vom Vulkan Soconusco bis Turrialva in Costa Rica, über 170 Meilen.

635 gegen 607 Meilen) mit Vulkanen bedeckt ist. Betrachtet man die Vertheilung des vulkanleeren Raumes zwischen die 5 Vulkan-Gruppen, so findet man das Maximum des Abstandes zweier Gruppen von einander bei den Vulkanreihen von Quito und Peru. Es ist derselbe volle 240 Meilen, während die am meisten einander genäherten Gruppen die erste und zweite, die von Mexico und Central-Amerika, sind. Die 4 Zwischenräume zwischen den 5 Gruppen entsprechenden Meilen zahlen 75, 157, 240, 135. Der große Abstand, welchen der südlichste Vulkan Quito's von dem nördlichsten Peru's darbietet, ist auf den ersten Anblick um so auffallender, als man nach altem Gebrauch in Gradmessung auf dem Hochlande von Quito die peruanische zu nennen pflegt. Nur der kleinere südliche Theil der Andeskette von Peru ist vulkanisch. Die Zahl der Vulkane ist zufolge der Listen, welche ich nach sorgfältiger Discussion der neuesten Materialien angefertigt habe, in allgemeiner Uebersicht folgende:

Namen der fünf Gruppen von Reihen-Vulkanen des Neuen Continents von 19° 25' nördlicher bis 46° 8' südlicher Breite	Zahl der Vulkane, welche jede Gruppe umfaßt	Zahl der Vulkane, welche noch als existirend zu betrachten sind
Gruppe von Mexico *)	6	4
Gruppe von Central-Amerika †)	29	18
Gruppe von Neu-Granada und Quito ‡)	18	10
Gruppe von Peru und Bolivia ‖	14	3

IV. Entfernung der Gruppe Central-Amerika's von der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito: 157 Meilen.

V. Gruppe der Vulkane von Neu-Granada und Quito; ihre Länge vom Ausbruch in dem Paramo de Ruiz nördlich vom Volcan de Tolima bis zum Vulkan von Sangay: 118 Meilen. Der Theil der Andeskette zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan und dem südlichen Theile des vulkanischen Bergknotens von Pasto ist NNO—SSW gerichtet. Weit östlich von den Vulkanen von Popayan, an den Quellen des Rio Fragua, liegt ein sehr isolirter Vulkan, welchen ich nach der mir von Missionaren von Timana mitgetheilten Angabe auf meine General-Karte der Bergknoten der südamerikanischen Cordilleren eingetragen habe; Entfernung vom Meeresufer 38 Meilen.

VI. Entfernung der Vulkan-Gruppe Neu-Granada's und Quito's von der Gruppe von Peru und Bolivia: 240 Meilen; die größte Länge einer vulkanfreien Kette.

VII. Gruppe der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia: vom Volcan de Chacani und Arequipa bis zum Vulkan von Atacama (16°½ — 21°½) 105 Meilen.

VIII. Entfernung der Gruppe Peru's und Bolivia's von der Vulkan-Gruppe Chili's: 135 Meilen. Von dem Theil der Wüste von Atacama, an dessen Rand sich der Vulkan von San Pedro erhebt, bis weit über Copiapo hinaus, ja bis zum Vulkan von Coquimbo (30° 5') in der langen Cordillere westlich von den beiden Provinzen Catamarca und Rioja, steht kein vulkanischer Kegel.

IX. Gruppe von Chili: vom Vulkan von Coquimbo bis zum Vulkan San Clemente 242 Meilen.

Diese Schätzungen der Länge der Cordilleren mit der Krümmung, welche aus der Veränderung der Achsenrichtung entsteht, von dem Parallel der mexicanischen Vulkane in 19°½ nördlicher Breite bis zum Vulkan von San Clemente in Chili (46° 8' südl. Breite); geben für einen Abstand von 1242 Meilen einen Raum von 635 Meilen, der mit fünf Gruppen gereihter Vulkane (Mexico, Central-Amerika, Neu-Granada mit Quito, Peru mit Bolivia, und Chili) bedeckt ist; und einen wahrscheinlich ganz vulkanfreien Raum von 607 Meilen. Beide Räume sind sich ohngefähr gleich. Ich habe sehr bestimmte numerische Verhältnisse angegeben, wie sie sorgfältige Discussion eigener und fremder Karten dargeboten, damit man nicht angeregt werde dieselben zu verbessern. Der längste vulkanfreie Theil der Cordilleren ist der zwischen den Gruppen Neu-Granada-Quito und Peru-Bolivia. Er ist zufällig dem gleich, welchen die Vulkane von Chili bedecken.

) Die Gruppe der Vulkane von Mexico umfaßt die Vulkane von Orizaba, Popocatepetl*, Iztaccihuatl*, Nauhcampatepetl (oder Cerro de San Miguel de Totutepec), Jorullo*, Colima* und Tuxtla*. Die noch entzündeten Vulkane sind hier, wie in ähnlichen Listen, mit einem Sternchen bezeichnet.

†) Die Vulkan-Reihe von Central-Amerika ist in den Anmerkungen S. 778—780 aufgezählt.

‡) Die Gruppe von Neu-Granada und Quito umfaßt den Paramo y Volcan de Ruiz*, die Vulkane von Tolima, Puracé* und Sotará bei Popayan; den Volcan del Rio Fragua, eines Zuflusses des Caqueta; die Vulkane von Pasto, el Azufral*, Cumbal*, Tuquerres*, Chiles, Imbabura, Cotocachi, Rucu-Pichincha, Antisana(?), Cotopaxi*, Tungurahua*, Capac-Urcu oder Altar de los Collanes (?), Sangay*.

‖) Die Gruppe des südlichen Peru und Bolivia enthält von Norden nach Süden folgende 14 Vulkane:

Vulkan von Chacani (nach Curzon und Pentland auch Charcani genannt): zur Gruppe von Arequipa gehörig und von der Stadt aus sichtbar; er liegt am rechten Ufer des Rio Quilca: nach Pentland, dem genauesten geologischen Forscher dieser Gegend, in Br. 16° 11'; acht Meilen südlich von dem Nevado de Chuquibamba, der über 18000 Fuß Höhe geschätzt wird. Handschriftliche Nachrichten, die ich besitze, geben dem Vulkan von Chacani 18391 Fuß. Im südöstlichen Theil des Gipfels sah Curzon einen großen Krater.

Vulkan von Arequipa*: Br. 16° 20'; drei Meilen in NO von der Stadt. Ueber seine Höhe (17714 F.) vergleiche Kosmos 4. Band S. 186. Thaddäus Hänke, der Botaniker der Expedition von Malaspina (1796), Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (1811) und Dr. Weddell (1847) haben den Gipfel erstiegen. Man sah im August 1831 große Rauchsäulen aufsteigen;

er Reihenfolge der Vulkane von Neu-Granada und Quito, welche in 18
en noch 10 entzündete umfaßt und ohngefähr die doppelte Länge der Pyrenäen hat,
an von Norden nach Süden als vier kleinere Gruppen oder Unterabtheilungen be-
t: den Paramo de Ruiz und den nahen Vulkan von Tolima (Br. nach
4° 55′ N.) Puracé und Sotará bei Popayan (Br. 2°½); die Volcanes de
Tuquerres und Cumbal (Br. 2° 20′ bis 0° 50′); die Reihe der Vulkane
ichincha bei Quito bis zu dem ununterbrochen thätigen Sangay (Aequator
südlicher Breite). Diese letzte Unterabtheilung der ganzen Gruppe ist unter den
ten der Neuen Welt weder besonders auffallend durch ihre große Länge, noch
die Gedrängtheit ihrer Reihung. Man weiß jetzt, daß sie auch nicht die
n Gipfel einschließt; denn der Aconcagua in Chili (Br. 32° 39′) von 21584
ch Kellet, von 22434 F. nach Fitz-Roy und Pentland: wie die Nevados von Sa-
a (20970 F.) Parinacota (20670 F.), Gualateiri (20604 F.) und
arape (20360 F., alle vier zwischen 18° 7′ und 18° 25′ südlicher Breite: wer-
ir höher gehalten als der Chimborazo (20100 F.) Dennoch genießen die Vulkane
Quito unter allen Vulkanen des Neuen Continents den am weitesten verbreiteten
denn an jene Berge der Andeskette, an jenes Hochland von Quito ist das Andenken
voller, nach wichtigen Zwecken strebender, astronomischer, geodätischer, optischer, baro-
scher Arbeiten geknüpft: das Andenken an zwei glänzende Namen, Bouguer und
Condamine! Wo geistige Beziehungen walten, wo eine Fülle von Ideen angeregt
welche gleichzeitig zur Erweiterung mehrerer Wissenschaften geführt haben, bleibt
sam örtlich der Ruhm auf lange gefesselt. So ist er auch vorzugsweise in den
zer Alpen dem Montblanc geblieben: nicht wegen seiner Höhe, welche die des Monte
nur um 523 Fuß übertrifft; nicht wegen der überwundenen Gefahr seiner Ersteigung:
n wegen des Werthes und der Mannigfaltigkeit physikalischer und geologischer An-
, welche Sauſſure's Namen und das Feld seiner rastlosen Arbeitsamkeit ver-
chen. Die Natur erscheint da am größten, wo neben dem sinnlichen Eindruck sie sich
u der Tiefe des Gedankens reflectirt.

e Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia, noch ganz der Aequinoc-
one angehörig und nach Pentland erst bei 15900 Fuß Höhe mit ewigem Schnee be-
Darwin, Journal 1845 p. 244), erreicht ohngefähr in der Mitte ihrer Länge, in der
na-Gruppe, das Maximum ihrer Erhebung (20970 F.), zwischen 18° 7′ und 18°
dlicher Breite. Dort erscheint bei Arica eine sonderbare busenförmige Einbiegung
estades, welcher eine plötzliche Veränderung in der Achsenrichtung der Andes-
und der ihr westlich vorliegenden Vulkan-Reihe entspricht. Von da gegen Süden
t das Littoral, und zugleich die vulkanische Spalte, nicht mehr von Südost in Nord-
sondern in der Richtung des Meridians: einer Richtung, die sich bis nahe dem west-
Eingange der Magellanischen Meerenge, auf einer Länge von mehr als fünfhundert
phischen Meilen, erhält. Ein Blick auf die von mir im Jahr 1831 herausgegebene
te der Verzweigungen und Bergknoten der Andeskette bie-
h viele andere ähnliche Uebereinstimmungen zwischen dem Umriß des Neuen Conti-
und den nahen oder fernen Cordilleren dar. So richten sich zwischen den Vorgebir-
guja und San Lorenzo (5°½ bis 1° südlicher Breite) beide, das Littoral der Südsee
e Cordilleren, von Süd nach Nord, nachdem sie so lange zwischen den Parallelen von
und Caxamarca von Südost nach Nordwest gerichtet waren; so laufen Littoral und
leren vom Bergknoten des Imbaburu bei Quito bis zu dem de los Robles*) bei

er Glimmerschiefer-Bergknoten de los Robles
2′) und des Paramo de las Papas (Br. 2°
ält die, nicht 1½ Meilen von einander getrenn-
nseen, Laguna de S. Iago und del Buey, aus
terer die Cauca und zweiter der Magdalenen-

fluß entspringt, um, bald durch eine Central-Gebirgs-
kette getrennt, sich erst in dem Parallel von 9° 27′ in
den Ebenen von Mompox und Tenerife mit einander zu
verbinden. Für die geologische Frage: ob die vulkan-
reiche Andeskette von Chili, Peru, Bolivia, Quito und

außer denen, welche noch gegenwärtig entzündet und thätig sind, auch diejenigen vulkanischen Gerüste, deren alte Ausbrüche einer historischen Zeit angehören, oder deren Bestandmassen (Erhebungs- und Auswurfs-Krater, Laven, Schlacken, Bimssteine und Obsidiane) sie jenseits aller Tradition als längst erloschene Feuerberge charakterisiren. Ungeöffnete Trachytkegel und Dome oder ungeöffnete lange Trachytrücken, wie der Chimborazo und Iztaccihuatl, sind ausgeschlossen. Diesen Sinn haben auch Leopold von Buch, Charles Darwin und Friedrich Naumann dem Worte Vulkan in ihren geographischen Aufzählungen gegeben. Noch entzündete Vulkane nenne ich solche, welche, in großer Nähe gesehen, noch Zeichen ihrer Thätigkeit in hohem oder geringem Grade darbieten; theilweis auch in neuerer Zeit große, historisch bekannte Ausbrüche gezeigt haben. Der Beisatz „in großer Nähe gesehen" ist sehr wichtig, da vielen Vulkanen die noch bestehende Thätigkeit abgesprochen wird, weil, aus der Ebene beobachtet, die dünnen Dämpfe, welche in bedeutender Höhe aus dem Krater aufsteigen, dem Auge unsichtbar bleiben. Wurde nicht zur Zeit meiner amerikanischen Reise geläugnet, daß Pichincha und der große Vulkan von Mexico (Popocatepetl) entzündet seien! da doch ein unternehmender Reisender, Sebastian Wisse*), im Krater des Pichincha um den großen thätigen Auswurfskegel noch 70 entzündete Mündungen (Fumarolen) zählte, und ich am Fuß des Popocatepetl in dem Malpais del Llano de Topimpa, in welchem ich eine Grundlinie zu messen hatte, Zeuge†) eines höchst deutlichen Aschenauswurfs des Vulkans wurde.

---

behalten (als 6710 Meter) von Pissis in den Anales de Chile 1850 p. 12.

b) Zwischen den Parallelen von Valparaiso und Concepcion:

Vulkan Maypu*: nach Gilliß (Vol. I. p. 13) Br. 34° 17' (aber auf seiner General-Karte von Chili 33° 47', gewiß irrthümlich) und Höhe 16572 Pariser Fuß; von Meyen bestiegen. Das Trachyt-Gestein des Gipfels hat obere Juraschichten durchbrochen, in denen Leopold von Buch Exogyra Couloni, Trigonia costata und Ammonites biplex aus Höhen von 9000 Fuß erkannt hat (Description physique des Iles Canaries 1836 p. 471). Keine Lavaströme, aber Flammen- und Schlacken-Auswurfe aus dem Krater.

Vulkan Peteroa*: östlich von Talca, Br. 34° 53'; ein Vulkan, der oft entzündet ist und am 3. Dec. 1762 nach Molina's Beschreibung eine große Eruption gehabt hat; der vielbegabte Naturforscher Gay hat ihn 1831 besucht.

Volcan de Chillan: Br. 36° 2': eine Gegend, welche der Missionar Havestadt aus Münster beschrieben hat. In ihrer Nähe liegt der Nevado Descabezado (35° 1'), welchen Domeyko bestiegen und Molina (irrthümlich) für den höchsten Berg von Chili erklärt hat. Von Gilliß ist seine Höhe 13100 engl. oder 12290 Par. Fuß geschätzt worden (U. S. Naval Astr. Exp. 1855 Vol. I. p. 16 und 371).

Vulkan Tucapel: westlich von der Stadt Concepcion; auch Silla veluda genannt; vielleicht ein ungeöffneter Trachytberg, der mit dem entzündeten Vulkan von Antuco zusammenhängt.

c) Zwischen den Parallelen von Concepcion und Valdivia:

Vulkan Antuco*: Br 37° 7'; von Pöppig umständlich geognostisch beschrieben: ein dasaltischer Erhebungs-Krater, aus dessen Innerem der Trachytkegel aufsteigt; Lavaströme, die an dem Fuß des Kegels, seltener aus dem Gipfel-Krater, ausbrechen (Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 364). Einer dieser Ströme floß noch im Jahre 1828. Der fleißige Domeyko fand 1845 den Vulkan in voller Thätigkeit, und seine Höhe nur 8368 Fuß (Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography Vol. I. p. 186). Gilliß giebt für die Höhe 8672 Fuß an, und erwähnt neuer Ausbrüche im Jahr 1853. Zwischen Antuco und dem Descabezado ist nach einer Nachricht, die mir der ausgezeichnete amerikanische Astronom, Herr Gilliß, mitgetheilt, im Januar in der Cordillere am 25. November 1847 ein neuer Vulkan aus der Tiefe erstiegen, zu einem Hügel* von 300 F. Die schwefligen und feurigen Ausbrüche sind von Domeyko über ein Jahr lang gesehen worden. Ganz östlich vom Vulkan Antuco, in einer Parallelkette der Andes, giebt Pöppig auch noch zwei thätige Vulkane: Punhamuidda* und Unalavquen*, an.

Vulkan Callaqui.

Volcan de Villarica*: Br. 39° 14'.

Vulkan Chinal: Br. 39° 35'.

Volcan de Panguipulli*: nach Major Philippi Br. 40°4.

d) Zwischen den Parallelen von Valdivia und dem südlichsten Cap der Insel Chiloe:

Vulkan Ranco.

Vulkan Osorno oder Llanquihue: Br. 41° 9', Höhe 6984 F.

Volcan de Calbuco*: Br. 41° 12'.

Vulkan Guanahuca (Guanegmk).

Vulkan Minchinmadom: Br. 42° 49', Höhe 7500 Fuß.

Volcan del Corcovado*: Br. 43° 12', Höhe 7046 Fuß.

Vulkan Yanteles (Antales): Br. 43° 29', Höhe 7534 F. Ueber die vier letzten Höhen s. Capt. Fitz-Roy (Exped. of the Beagle Vol. III. p. 210) und Gilliß Vol. I. p. 13.

Vulkan San Clemente: der, nach Darwin aus Granit bestehenden Peninsula de tres Montes gegenüber; Br. 46° 8'. Auf der großen Karte Süd-Amerika's von La Cruz ist ein südlicherer Vulkan de los Gigantes, gegenüber dem Archipel de la Madre de Dios, in Br. 51° 4', angegeben. Seine Existenz ist sehr zweifelhaft.

Die Breiten in der vorstehenden Tafel der Vulkane sind meist der Karte von Pissis, Allan Campbell und Claude Gay in dem vortrefflichen Werke von Gilliß (1855) entlehnt.

*) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 39.

†) Den 24. Januar 1804. S. mein Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 166.

Continente mit der Richtung naher Gebirgsketten (Südamerika, Alle-
s, Norwegen, Apenninen) scheint es schwer zu entscheiden.
nn auch gegenwärtig in den Vulkan-Reihen von Bolivia und Chili der, der Südsee
, westliche Zweig der Andeskette die meisten Spuren noch dauernder vulkanischer
gkeit aufweist; so hat ein sehr erfahrener Beobachter, Pentland, doch auch am Fuß
stlichen, von der Meeresküste über 45 geogr. Meilen entfernten Kette einen völ-
haltenen, aber ausgebrannten Krater mit unverkennbaren Lavaströmen aufge-
t. Es liegt derselbe auf dem Gipfel eines Kegelberges bei San Pedro de Cacha im
von Yucay, in fast 11300 Fuß Höhe (Br. 14° 8′, Länge 73° 40′) südlich von Cuzo,
e östliche Schneekette von Apolobamba, Carabaya und Vilcanoto sich von SO
W hinzieht. Dieser merkwürdige Punkt*) ist durch die Ruinen eines berühmten
als des Inca Viracocha bezeichnet. Die Meeresferne des alten, lavagebenden
s ist weit größer als die des Sangay, der ebenfalls einer östlichen Cordillere zuge-
größer als die des Orizaba und Jorullo.
e vulkanleere Strecke von 135 Meilen Länge scheidet die Vulkan-Reihe Pe-
d Bolivia's von der von Chili. Das ist der Abstand des Ausbruchs in der Wüste
acama von dem Vulkan von Coquimbo. Schon 2° 34′ südlicher erreicht, wie früher
t, im Vulkan Aconcagua (21584 F.) die Gruppe der Vulkane von Chili das Maxi-
hrer Höhe, welches nach unsren jetzigen Kenntnissen zugleich auch das Maximum
ipfel des Neuen Continents ist. Die mittlere Höhe der Sahama-Gruppe ist 20650
lso 550 Fuß höher als der Chimborazo. Dann folgen in schnell abnehmender Höhe:
xi, Arequipa (?) und Tolima zwischen 17712 und 17010 Fuß Höhe. Ich gebe
r in sehr genauen Zahlen, unverändert, Resultate von Messungen an, welche ihrer
nach leider! aus trigonometrischen und barometrischen Bestimmungen zusammenge-
d: weil auf diese Weise am meisten zur Wiederholung der Messungen und Correc-
Resultate angeregt wird. In der Reihe der Vulkane Chili's, deren ich 24 aufge-
abe, sind leider sehr wenige und meist nur die südlichen, niedrigeren, zwischen den
len von 37° 20′ bis 43° 40′, von Antuco bis Yantales, hypsometrisch bestimmt.
en dieselben die unbeträchtlichen Höhen von sechs- bis achttausend Fuß. Auch in
ra del Fuego selbst erhebt sich der mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel des Sarmiento
s-Roy nur bis 6400 Fuß. Vom Vulkan von Coquimbo bis zu dem Vulkan San
ke zählt man 242 Meilen.
r die Thätigkeit der Vulkane von Chili haben wir die wichtigen Zeugnisse von
Darwin †): der den Osorno, Corcovado und Aconcagua sehr bestimmt als entzün-
führt; die Zeugnisse von Meyen, Pöppig und Gay: welche den Maipu, Antuco und
bestiegen: die von Domeyko, dem Astronomen Gilliß und Major Philippi. Man
die Zahl der entzündeten Krater auf dreizehn setzen: nur fünf weniger als in der
von Central-Amerika.

---

ra an erhebt sich die östliche Cordillere auf
ieder zu einer außerordentlichen Höhe. Es
ischen den Parallelen von 8° 5′ und 9° 7′ die
evada de Merida (Mucuchies), von Boussin-
terfucht und von Codazzi trigonometrisch zu
uß Höhe bestimmt; und die vier Paramos de
Niquitao, Boconó und de las Rosas, voll
lichsten Alpenpflanzen. (Vergl. Codazzi,
a de la Geografía de Venezuela 1841 p. 12
auch meine Asie centrale über die Höhe des
Schnees in dieser Zone, T. III. p. 258—262.)
che Thätigkeit fehlt der westlichen Cordillere
r mittleren ist sie eigen bis zum Tolima und
de Ruiz, die aber vom Vulkan von Puracé
drei Breitengrade getrennt sind. Die östliche
e hat nahe an ihrem östlichen Abfall, an dem
s des Rio Fragua, nordöstlich von Mocoa, süd-
on Timana, einen rauchenden Hügel: entfernter vom Littoral der Südsee als irgend ein anderer noch thätiger Vulkan im Neuen Continent. Eine genaue Kenntniß der örtlichen Verhältnisse der Vulkane zu der Gliederung der Gebirgszüge ist für die Vervollkommnung der Geologie der Vulkane von höchster Wichtigkeit. Alle älteren Karten, das einzige Hochland von Quito abgerechnet, konnten nur irre leiten.

*) Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography (1851) Vol. I. p. 185. Der Pic von Vilcanoto (15970 F.) liegend in Br. 14° 28′, ein Theil des mächtigen Gebirgsstockes dieses Namens, ost-westlich gerichtet, schließt das Nordende der Hochebene, in welcher der 22 geogr. Meilen lange See von Titicaca, ein kleines Binnenmeer, liegt.

†) Vergl. Darwin, Journal of researches into the Natural History and Geology during the Voyage of the Beagle 1845 p. 275, 291 und 310.

Popayan gar von Südwest in Nordost. Ueber den geologischen Causalzusammenhang dieser sich so vielfach offenbarenden Uebereinstimmung der Contour-Form

Neu-Granada mit der Gebirgskette des Isthmus von Panama, und auf diese Weise mit der von Veragua und den Vulkan-Reihen von Costa Rica und ganz Central-Amerika, verzweigt sei? ist der genannte Bergknoten zwischen Popayan, Almaguer und Timana von großer Wichtigkeit. Auf meinen Karten von 1816, 1827 und 1831, deren Bergsysteme durch Brué in Joaquin Acosta's schöne Karte von Neu-Granada (1847) und andere Karten verbreitet worden sind, habe ich gezeigt, wie unter dem nördlichen Parallel von 2° 10′ die Andeskette eine Dreitheilung erleidet; die westliche Cordillere läuft zwischen dem Thal des Rio Cauca und dem Rio Atrato, die mittlere zwischen dem Cauca und dem Rio Magdalena, die östliche zwischen dem Magdalenen-Thale und den Llanos (Ebenen), welche die Zuflüsse des Maranon und Orinoco bewässern. Die specielle Richtung dieser drei Cordilleren habe ich nach einer großen Anzahl von Punkten bezeichnen können, welche in die Reihe der astronomischen Ortsbestimmungen fallen, von denen ich in Südamerika allein 152 durch Stern-Culminationen erlangt habe.

Die westliche Cordillere läuft östlich vom Rio Dagua, westlich von Cazeres, Roldanilla, Toro und Anserma bei Cartago, von SSW in NNO, bis zum Salto de San Antonio im Rio Cauca (Br. 5° 14′), welcher südwestlich von der Vega de Supia liegt. Von da und bis zu dem neuntausend Fuß hohen Alto del Viento (Cordillera de Abibe oder Avidi, Br. 7° 12′) nimmt die Kette an Höhe und Umfang beträchtlich zu, und verschmelzt sich in der Provinz Antioquia mit der mittleren oder Central-Cordillere. Weiter in Norden, gegen die Quellen des Rios Lucio und Guacuba, verläuft sich die Kette, in Hügelreihen vertheilt. Die Cordillera occidental, welche bei der Mündung des Dagua in die Bahia de San Buenaventura kaum 8 Meilen von der Südsee-Küste entfernt ist (Br. 3° 50′), hat die doppelte Entfernung im Parallel von Quibdo im Choco (Br. 5° 48′). Diese Bemerkung ist deshalb von einiger Wichtigkeit, weil mit der westlichen Andeskette nicht das hochhüglige Land und die Hügelkette verwechselt werden muß, welche in dieser, an Waschgold reichen Provinz sich von Novita und Tado an längs dem rechten Ufer des Rio San Juan und dem linken Ufer des großen Rio Atrato von Süden nach Norden hinzieht. Diese unbedeutende Hügelreihe ist es, welche in der Quebrada de la Raspadura von dem, zwei Flüsse (den Rio San Juan oder Noanama und den Rio Quibdo, einen Zustrom des Atrato), und durch diese zwei Oceane verbinden Canal des Mönches durchschnitten wird (Humboldt, Essai pol. T. I. p. 235); sie ist es auch, welche zwischen der von mir so lange vergeblich gerühmten Bahia de Cupica (Br. 6° 42′) und den Quellen des Naviri, der in den Atrato fällt, auf der lehrreichen Expedition des Cap. Kellet gesehen worden ist. (Vergl. a. a. O. T. I. p. 231; und Robert Fitz-Roy, Considerations on the great Isthmus of Central America, im Journal of the Royal Geogr. Soc. Vol. XX. 1851 p. 178, 180 und 186.)

Die mittlere Andeskette (Cordillera central), anhaltend die höchste, bis in die ewige Schneegrenze reichend, und in ihrer ganzen Erstreckung wie die westliche Kette fast von Süden nach Norden gerichtet, beginnt 8 bis 9 Meilen in Nordost von Popayan mit den Paramos von Guanacas, Huila, Iracá und Chinche. Weiter hin erheben sich von S gegen N zwischen Buga und Chaparral der langgestreckte Rücken des Nevado de Baraguan (Br. 4° 11′), la Montana de Quindio, der schneebedeckte, abgestumpfte Kegel von Tolima, der Vulkan und Paramo de Ruiz und die Mesa de Herveo. Diese hohen und rauhen Berg-Einöden, die man im Spanischen mit dem Namen Paramos belegt, sind durch ihre Temperatur und einen eigenthümlichen Vegetations-Charakter bezeichnet, und liegen in dem Theil der Cordillere, welchen ich hier beschreibe, nach den [illegible] vieler meiner Messungen von 9500 bis 11900 Fuß über dem Meeresspiegel. In dem Parallel von [illegible], des Herveo und des Salto de San Antonio des Cauca-Thals beginnt eine massenhafte Vereinigung der westlichen und der Central-Kette, deren oben Erwähnung geschehen ist. Diese Verschmelzung wird am auffallendsten zwischen jenem Salto und der Angostura [illegible] de Caramanta bei Supia. Dort liegt das Hochland der schwer zugänglichen Provinz Antioquia, [illegible] nach Manuel Restrepo sich von 5° 1 bis 8° 24′ erstreckt, und in welcher wir in der Richtung von Süden nach Norden nennen als Höhenpunkte: Arma, Sonsen; westlich von den Quellen des Rio Santana: Marinilla, Rio Negro (6420 F.) und Medellin (4548 F.); auf Plateau von Santa Rosa (7944 F.) und Valle de Osos. Weiter hin über Cazeres und Zaragoza hinaus, gegen den Zusammenfluß des Cauca und Nechi, verschwindet die eigentliche Gebirgskette; und der östliche Abfall der Cerros de San Lucar, welchen ich bei der Beschiffung und Aufnahme des Magdalena-Stromes von Badillas (Br. 8° 1′) und Paturia (Br. 7° [illegible]) aus gesehen, macht sich nur bemerkbar wegen des Contrastes der weiten Flußebene.

Die östliche Cordillere bietet das geologische Interesse dar, daß sie nicht nur das ganze nördliche Bergsystem Neu-Granada's von dem Tieflande absondert, aus welchem die Wasser theils durch den Caguan und Caqueta dem Amazonenfluß, theils durch den Guaviare, Meta und Apure dem Orinoco zufließen; sondern auch deutlichst mit der Küstenkette von Caracas in Verbindung tritt. Es findet nämlich dort statt, was man bei Gebirgssystemen ein Anscharen nennt: eine Verbindung von Gebirgsjochern, die auf zwei Spalten von sehr verschiedener Richtung und wahrscheinlich auch zu sehr verschiedenen Zeiten sich erhoben haben. Die östliche Cordillere entfernt sich weit mehr als die beiden anderen von der Meridian-Richtung, abweichend gegen Nordosten, so daß sie in den Schneebergen von Merida (Br. 8° 10′) schon 5 Längengrade östlicher liegt als bei ihrem Ausgang aus dem Bergknoten de los Robles unfern der Ceja und Timana. Nördlich von dem Paramo de la Suma Paz, östlich von der Purificacion, an dem westlichen Abhange des Paramo von Chingaza, in nur 8219 Fuß Höhe, erhebt sich über einem Eichenwald die [illegible], aber baumlose und ernste Hochebene von Bogota (Br. 4° 36′). Sie hat etwa 18 geographische Quadratmeilen, und ihre Lage bietet eine auffallende Aehnlichkeit mit der des Beckens von Kaschmir, das aber am Wular-See, nach Victor Jacquemont, um 3209 Fuß niedriger hoch ist und dem südwestlichen Abhange der Himalaya-Kette angehört. Von dem Plateau von Bogota mit dem Paramo de Chingaza ab folgen in der östlichen Cordillere der Andes gegen Nordost die Paramos von Guachaneque über Tunja, von Zoraca über Sogamoso, von Chita (15000 F.?), nahe den Quellen des Rio Cusanare, eines Zuflusses des Meta; vom Almorzadero (12060 F.) bei Socorro, von Cacota (10500 F.) bei Pamplona, von Laura und Porquera bei la Grita. Hier zwischen Pamplona, Salazar und Rosario (zwischen Br. 7° 8′ und 7° 50′) liegt der kleine Gebirgsknoten, von dem aus sich ein Kamm von Süden nach Norden gegen Ocana und Valle de Upar westlich von der Laguna de Maracaibo vorstreckt und mit den Bergen der Sierra Nevada de Santa Marta (18000 Fuß?) verbindet. Der höhere und mächtigere Kamm [illegible] der ursprünglichen Richtung nach Nordosten gegen Merida, Trurillo und Barquisimeto fort, [illegible] von der Laguna de Maracaibo der Granit-Küstenkette von Venezuela, in Westen von Puerto Cabello, anzuschließen. Von der Grita und dem Paramo

der Continente mit der Richtung naher Gebirgsketten (Südamerika, Alleghanys, Norwegen, Apenninen) scheint es schwer zu entscheiden.

Wenn auch gegenwärtig in den Vulkan-Reihen von Bolivia und Chili der, der Südsee nähere, westliche Zweig der Andeskette die meisten Spuren noch dauernder vulkanischer Thätigkeit aufweist; so hat ein sehr erfahrener Beobachter, Pentland, doch auch am Fuß der östlichen, von der Meeresküste über 45 geogr. Meilen entfernten Kette einen völlig erhaltenen, aber ausgebrannten Krater mit unverkennbaren Lavaströmen aufgefunden. Es liegt derselbe auf dem Gipfel eines Kegelberges bei San Pedro de Cacha im Thal von Yucay, in fast 11300 Fuß Höhe (Br. 14° 8′, Länge 73° 40′) südlich von Cuzco, wo die östliche Schneekette von Apolobamba, Carabaya und Vilcanoto sich von SO nach NW hinzieht. Dieser merkwürdige Punkt*) ist durch die Ruinen eines berühmten Tempels des Inca Viracocha bezeichnet. Die Meeresferne des alten, lavagebenden Vulkans ist weit größer als die des Sangay, der ebenfalls einer östlichen Cordillere zugehört; größer als die des Orizaba und Jorullo.

Eine vulkanleere Strecke von 135 Meilen Länge scheidet die Vulkan-Reihe Peru's und Bolivia's von der von Chili. Das ist der Abstand des Ausbruchs in der Wüste von Atacama von dem Vulkan von Coquimbo. Schon 2° 34′ südlicher erreicht, wie früher bemerkt, im Vulkan Aconcagua (21584 F.) die Gruppe der Vulkane von Chili das Maximum ihrer Höhe, welches nach unsren jetzigen Kenntnissen zugleich auch das Maximum aller Gipfel des Neuen Continents ist. Die mittlere Höhe der Sahama-Gruppe ist 20650 Fuß, also 550 Fuß höher als der Chimborazo. Dann folgen in schnell abnehmender Höhe: Cotopaxi, Arequipa (?) und Tolima zwischen 17712 und 17010 Fuß Höhe. Ich gebe scheinbar in sehr genauen Zahlen, unverändert, Resultate von Messungen an, welche ihrer Natur nach leider! aus trigonometrischen und barometrischen Bestimmungen zusammengesetzt sind: weil auf diese Weise am meisten zur Wiederholung der Messungen und Correction der Resultate angeregt wird. In der Reihe der Vulkane Chili's, deren ich 24 aufgeführt habe, sind leider sehr wenige und meist nur die südlichen, niedrigeren, zwischen den Parallelen von 37° 20′ bis 43° 40′, von Antuco bis Yantales, hypsometrisch bestimmt. Es haben dieselben die unbeträchtlichen Höhen von sechs- bis achttausend Fuß. Auch in der Tierra del Fuego selbst erhebt sich der mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel des Sarmiento nach Fitz-Roy nur bis 6400 Fuß. Vom Vulkan von Coquimbo bis zu dem Vulkan San Clemente zählt man 242 Meilen.

Ueber die Thätigkeit der Vulkane von Chili haben wir die wichtigen Zeugnisse von Charles Darwin †): der den Osorno, Corcovado und Aconcagua sehr bestimmt als entzündet aufführt; die Zeugnisse von Meyen, Pöppig und Gay: welche den Maipu, Antuco und Peteroa bestiegen: die von Domeyko, dem Astronomen Gilliß und Major Philippi. Man möchte die Zahl der entzündeten Krater auf dreizehn setzen: nur fünf weniger als in der Gruppe von Central-Amerika.

---

de Porquera an erhebt sich die östliche Cordillere auf einmal wieder zu einer außerordentlichen Höhe. Es folgen zwischen den Parallelen von 8° 5′ und 9° 7′ die Sierra Nevada de Merida (Mucuchies), von Boussingault untersucht und von Codazzi trigonometrisch zu 14136 Fuß Höhe bestimmt; und die vier Paramos de Timotes, Niquitao, Boconó und de las Rosas, voll der herrlichsten Alpenpflanzen. (Vergl. Codazzi, Resúmen de la Geografía de Venezuela 1841 p. 12 und 495; auch meine Asie centrale über die Höhe des ewigen Schnees in dieser Zone, T. III. p. 258—262.) Vulkanische Thätigkeit fehlt der westlichen Cordillere ganz; der mittleren ist sie eigen bis zum Tolima und Paramo de Ruiz, die aber vom Vulkan von Puracé fast um drei Breitengrade getrennt sind. Die östliche Cordillere hat nahe an ihrem östlichen Abfall, an dem Ursprung des Rio Fragua, nordöstlich von Mocoa, südöstlich von Timana, einen rauchenden Hügel: entfernter vom Littoral der Südsee als irgend ein anderer noch thätiger Vulkan im Neuen Continent. Eine genaue Kenntniß der örtlichen Verhältnisse der Vulkane zu der Gliederung der Gebirgszüge ist für die Vervollkommnung der Geologie der Vulkane von höchster Wichtigkeit. Alle älteren Karten, das einzige Hochland von Quito abgerechnet, konnten nur irre leiten.

*) Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography (1851) Vol. I. p. 185. Der Pic von Vilcanoto (15970 F.) liegend in Br. 14° 28′, ein Theil des mächtigen Gebirgsstockes dieses Namens, ost-westlich gerichtet, schließt das Nordende der Hochebene, in welcher der 22 geogr. Meilen lange See von Titicaca, ein kleines Binnenmeer, liegt.

†) Vergl. Darwin, Journal of researches into the Natural History and Geology during the Voyage of the Beagle 1845 p. 276, 291 und 419.

Von den 5 Gruppen der Reihen-Vulkane des Neuen Continents, welche nach astronomischen Ortsbestimmungen und meist auch hypsometrisch in Lage und Höhe bekannt angegeben werden können, wenden wir uns nun zu dem Alten Continent, in dem, ganz im Gegensatz mit dem Neuen, die größere Zahl zusammengedrängter Vulkane nicht dem festen Lande, sondern den Inseln angehört. Es liegen die meisten europäischen Vulkane im mittelländischen Meer, und zwar (wenn man den großen, mehrfach thätigen Krater zwischen Thera, Theresia und Aspronisi mitrechnet) in dem tyrrhenischen und ägäischen Theile; es liegen in Asien die mächtigsten Vulkane auf den Großen und Kleinen Sunda-Inseln, den Molukken, den Philippinen; in den Archipelen von Japan, der Kurilen und der Aleuten im Süden und Osten des Continent.

In keiner anderen Region der Erdoberfläche zeigen sich so häufige und so frische Spuren des regen Verkehrs zwischen dem Inneren und dem Aeußeren unseres Planeten als auf dem engen Raume von kaum 800 geographischen Quadratmeilen zwischen den Parallelen von 10° südlicher und 14° nördlicher Breite, wie zwischen den Meridianen der Südspitze von Malacca und der Westspitze der Papua-Halbinsel von Neu-Guinea. Das Areal dieser vulkanischen Inselwelt erreicht kaum die Größe der Schweiz, und wird bespült von der Sunda-, Banda-, Solo- und Mindoro-See. Die einzige Insel Java enthält noch jetzt eine größere Zahl entzündeter Vulkane als die ganze südliche Hälfte von Amerika, wenn gleich diese Insel nur 136 geographische Meilen lang ist, d. i. nur 1/7 der Länge von Südamerika hat. Ein neues, langerwartetes Licht über die geognostische Beschaffenheit von Java ist (nach früheren, sehr unvollständigen, aber verdienstlichen Arbeiten von Horsfield, Sir Thomas Stamford Raffles und Reinwardt) durch einen kenntnißvollen, kühnen und unermüdet thätigen Naturforscher, Franz Junghuhn, neuerdings verbreitet worden. Nach einem mehr als zwölfjährigen Aufenthalte hat er in einem lehrreichen Werke: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke und innere Bauart, die ganze Naturgeschichte des Landes umfaßt. Ueber 400 Höhen wurden barometrisch mit Sorgfalt gemessen; die vulkanischen Kegel- und Glockenberge, 45 an der Zahl, in Profilen dargestellt und bis auf drei*) alle von Junghuhn erstiegen. Ueber die Hälfte, wenigstens 28, wurden als noch entzündet und thätig erkannt; ihre merkwürdigen und so verschiedenen Reliefformen mit ausgezeichneter Klarheit beschrieben, ja in die erreichbare Geschichte ihrer Ausbrüche eingedrungen. Nicht minder wichtig als die vulkanischen Erscheinungen von Java sind die dortigen Sediment-Formationen tertiärer Bildung, die vor der eben genannten ausführlichen Arbeit uns vollkommen unbekannt waren und doch 3/4 des ganzen Areals der Insel, besonders in dem südlichen Theile, bedecken. In vielen Gegenden von Java finden sich als Reste ehemaliger weitverbreiteter Wälder drei bis sieben Fuß lange Bruchstücke von verkieselten Baumstämmen, die allein den Dicotyledonen angehören. Für ein Land, in welchem jetzt eine Fülle Palmen und Baumfarren wachsen, ist dies um so merkwürdiger, als im miocenen Tertiär-Gebirge der Braunkohlen-Formation von Europa, da, wo jetzt baumstämmige Monocotyledonen nicht mehr gedeihen, nicht selten fossile Palmen angetroffen werden.†) Durch das fleißige Sammeln von Blatt-Abdrücken und versteinerten Hölzern hat Junghuhn Gelegenheit dargeboten, daß die nach seiner Sammlung von Göppert scharfsinnig bearbeitete vorweltliche Flora von Java als das erste Beispiel der fossilen Flora einer rein tropischen Gegend hat erscheinen können.

Die Vulkane von Java stehen in Ansehung der Höhe, welche sie erreichen, denen der drei Gruppen von Chili, Bolivia und Peru, ja selbst der zwei Gruppen von Quito sammt

*) Junghuhn, Java Bd. I. S. 79.

†) A. a. O. Bd. III. S. 155 und Göppert, die Tertiärflora auf der Insel Java nach den Entdeckungen von Fr. Junghuhn (1854) S. 17. Die Abwesenheit der Monocotyledonen ist aber nur eigenthümlich den zerstreut auf der Oberfläche und besonders in den Bächen der Regentschaft Bantam liegenden verkieselten Baumstämmen; in den unterirdischen Kohlenflötzen finden sich dagegen Reste von Palmenholz, die zwei Geschlechtern (Flabellaria und Amesoneuron) angehören. S. Göppert S. 31 und 35.

Neu-Granada und vom tropischen Mexico, weit nach. Die Maxima, welche die genannten amerikanischen Gruppen erreichen, sind für Chili, Bolivia und Quito 20000 bis 21600 Fuß; für Mexico 17000 Fuß. Das ist fast um zehntausend Fuß (um die Höhe des Aetna) mehr als die größte Höhe der Vulkane von Sumatra und Java. Auf der letzteren Insel ist der höchste und noch entzündete Coloß der Gunung Semeru, die culminirende Spitze der ganzen javanischen Vulkan-Reihe. Junghuhn hat dieselbe im September 1844 erstiegen; das Mittel seiner Barometer-Messungen gab 11480 Fuß über der Meeresfläche: also 1640 Fuß mehr als der Gipfel des Aetna. Bei Nacht sank das hunderttheilige Thermometer unter 6°,2. Der ältere, Sanskrit-Name des Gunung Semeru war Mahâ-Mêru (der große Meru): eine Erinnerung an die Zeit, als die Malayen indische Cultur aufnahmen; eine Erinnerung an den Weltberg im Norden, welcher nach dem Malhabharata der mythische Sitz ist von Brahma, Wischnu und den sieben Dêvarschi. *) Auffallend ist es, daß, wie die Eingeborenen der Hochebene von Quito schon vor jeglicher Messung errathen hatten, daß der Chimborazo alle andere Schneeberge des Landes überrage, so die Javanen auch wußten, daß der heilige Berg Mahâ-Mêru, welcher von dem Gunung Ardjuno (10350 F.) wenig entfernt ist, das Maximum der Höhe auf der Insel erreiche; und doch konnte hier, in einem schneefreien Lande, der größere Abstand des Gipfels von der Niveau-Linie der ewigen unteren Schneegrenze eben so wenig das Urtheil leiten als die Höhe eines temporären, zufälligen Schneefalles. †)

Der Höhe des Gunung Semeru, welcher 11000 Fuß übersteigt, kommen vier andere Vulkane am nächsten, die hypsometrisch zu zehn- und eilftausend Fuß gefunden wurden. Es sind Gunung ‡) Slamat oder Berg von Tegal (10430 F.), G. Ardjuno (10350 F.), G. Sumbing (10348 F.) und G. Lawu (10065 F.). Zwischen neun- und zehntausend Fuß fallen noch sieben Vulkane von Java: ein Resultat, das um so wichtiger ist, als man früher keinem Gipfel auf der Insel mehr als sechstausend Fuß zuschrieb. ||) Unter den fünf Gruppen der nord- und südamerikanischen Vulkane ist die von Guatemala (Central-Amerika) die einzige, welche in mittlerer Höhe von der Java-Gruppe übertroffen wird. Wenn auch bei Alt-Guatemala der Volcan de Fuego (nach der Berechnung und Reduction von Poggendorff) 12300 Fuß, also 820 Fuß mehr Höhe als der Gunung Semeru, erreicht; so schwankt doch der übrige Theil der Vulkan-Reihe Central-Amerika's nur zwischen fünf- und siebentausend, nicht, wie auf Java, zwischen sieben- und zehntausend Fuß. Der höchste Vulkan Asiens ist aber nicht in dem asiatischen Inselreiche (dem Archipel der Sunda-Inseln), sondern auf dem Continent zu suchen; denn auf der Halbinsel Kamtschatka erhebt sich der Vulkan Kljutschewsk bis 14790 Fuß, fast zur Höhe des Rucu-Pichincha in den Cordilleren von Quito.

Die gedrängte Reihe der Vulkane von Java (über 45 an der Zahl) hat in ihrer Haupt-

---

*) Ueber die Bedeutung des Wortes Mêru und die Vermuthungen, welche mir Burnouf über seinen Zusammenhang mit mira (seinem Sanskrit-Worte für Meer) mitgetheilt, s. meine Asie centrale T. I. p. 114—116 und Lassen's Indische Alterthumskunde Bd. I. S. 847, der genetzt ist den Namen für nicht sanskritischen Ursprungs zu halten.

†) S. Kosmos 4. Buch S. 762.

‡) Gunung ist das javanische Wort für Berg, im Malayischen gûnong, das merkwürdigerweise nicht weiter über den ungeheuren Bereich des malayischen Sprachstammes verbreitet ist; s. die vergleichende Wortlafel in meines Bruders Werke über die Kawi-Sprache Bd. II. S. 249 No. 62. Da es die Gewohnheit ist dieses Wort gunung den Namen der Berge auf Java vorzusetzen, so ist es im Texte durch ein einfaches G. angedeutet.

||) Léop. de Buch, Description physique des Iles Canaries 1836 p. 419. Aber nicht bloß Java (Junghuhn Th. I. S. 61 und Th. II. S. 547) hat einen Coloß, den Semeru von 11480 F., welcher also den Pic von Teneriffa um ein Geringes an Höhe übersteigt; dem ebenfalls noch thätigen, aber, wie es scheint, minder genau gemessenen Pic von Indrapura auf Sumatra werden auch 11500 Fuß zugeschrieben (Th. I. S. 78 und Profil-Karte No. 1). Diesem stehen auf Sumatra am nächsten die Kuppe Telamon, welche einer der Gipfel des Ophir (nicht 12980, sondern nur 9010 F. hoch) ist; und der Merapi (nach Dr. Horner 8980 F.), der thätigste unter den 13 Vulkanen von Sumatra, der aber (Th. II. S. 294 und Junghuhn's Battaländer 1847 Th. I. S. 25), bei der Gleichheit des Namens, nicht zu verwechseln ist mit zwei Vulkanen auf Java: dem berühmten Merapi bei Jogjakerta (9640 F.) und dem Merapi als östlichem Gipfeltheile des Vulkans Idjen (8065 F.). Man glaubt in dem Merapi wieder den heiligen Namen Meru, mit dem malayischen und javanischen Worte api, Feuer, verbunden, zu erkennen.

Axe*) die Richtung WNW—OSO (genau W 12° N): also meist der Vulkan-Reihe des östlichen Theils von Sumatra, aber nicht der Längen-Axe der Insel Java parallel. Diese allgemeine Richtung der Vulkan-Kette schließt keineswegs die Erscheinung aus, auf welche man neuerlichst auch in der großen Himalaya-Kette aufmerksam gemacht hat: daß einzelne 3 bis 4 hohe Gipfel so zusammengereiht sind, daß die kleinen Axen dieser Partial-Reihen mit der Haupt-Axe der Kette einen schiefen Winkel machen. Dies Spalten-Phänomen, welches Hodgson, Joseph Hooker und Strachey beobachtet und theilweise dargestellt haben†), ist von großem Interesse. Die kleinen Axen der Nebenspalten scharen sich an die große an, bisweilen fast unter einem rechten Winkel, und selbst in vulkanischen Ketten liegen oft gerade die Maxima der Höhen etwas von der großen Axe entfernt. Wie in den meisten Reihen-Vulkanen, bemerkt man auch auf Java kein bestimmtes Verhältniß zwischen der Höhe und der Größe des Gipfel-Kraters. Die beiden größten Krater gehören dem Gunung Tengger und dem Gunung Raon an. Der erste von beiden ist ein Berg dritter Classe, von nur 8165 Fuß Höhe. Sein zirkelrunder Krater hat aber 20000 Fuß, also fast eine geographische Meile, im Durchmesser. Der ebene Boden des Kraters ist ein Sandmeer, dessen Fläche 1750 Fuß unter dem höchsten Punkte der Umwallung liegt, und in dem hier und da aus der Schicht zerriebener Rapilli schlackige Lavamassen hervorragen. Selbst der ungeheure und dazu mit glühender Lava angefüllte Krater des Kirauea auf Hawaii erreicht nach der so genauen trigonometrischen Aufnahme des Cap. Wilkes und den vortrefflichen Beobachtungen Dana's nicht die Krater-Größe des Gunung Tengger. In der Mitte des Kraters von dem letzteren erheben sich vier kleine Auswurfs-Kegel, eigentlich umwallte trichterförmige Schlünde, von denen jetzt nur einer, Bromo (der mythische Name Brahma: ein Wort, welchem in den Kawi-Wortverzeichnissen die Bedeutung Feuer beigelegt wird, die das Sanskrit nicht zeigt), unentzündet ist. Bromo bietet das merkwürdige Phänomen dar, daß in seinem Trichter sich von 1838 bis 1842 ein See bildete, von welchem Junghuhn erwiesen hat, daß er seinen Ursprung dem Zufluß atmosphärischer Wasser verdankt, die durch gleichzeitiges Eindringen von Schwefeldämpfen erwärmt und gesäuert wurden.‡) Nach dem Gunung Tengger hat der Gunung Raon den größten Krater, im Durchmesser jedoch um die Hälfte kleiner. Seine Tiefe gewährt einen schauervollen Anblick. Sie scheint über 2250 Fuß zu betragen; und doch ist der merkwürdige, 9550 Fuß hohe Vulkan, welchen Junghuhn bestiegen und so sorgfältig beschrieben||) hat, nicht einmal auf der so verdienstvollen Karte von Raffles genannt worden.

Die Vulkane von Java bieten, wie meist alle Reihen-Vulkane, die wichtige Erscheinung dar, daß Gleichzeitigkeit großer Eruptionen viel seltener bei einander nahe liegenden als bei weit von einander entfernten Kegeln beobachtet wird. Als in der Nacht vom 11ten zum 12ten August 1772 der Vulkan G. Pepandajan (6600 F.) den verheerendsten Feuerausbruch hatte, der in historischen Zeiten die Insel betroffen hat, entflammten sich in derselben Nacht zwei andere Vulkane, der G. Tjerimai und der G. Slamat, welche in gerader Linie 46 und 88 geogr. Meilen vom Pepandajan entfernt liegen.§) Stehen auch die Vulkane einer Reihe alle über Einem Heerde, so ist doch gewiß das Netz der Spalten, durch welch-

*) Junghuhn, Java Bd. I. S. 80.

†) Vergl. Jos. Hooker, Sketch-Map of Sikhim 1850, und in seinen Himalaya Journals Vol. I. 1854 Map of part of Bengal; wie auch Strachey, Map of West-Nari in seiner Physical Geography of Western Tibet 1853.

‡) Junghuhn, Java Bd. II. fig. IX S. 572, 595 und 601—604. Von 1829 bis 1848 hat der kleine Auswurfs-Krater des Bromo 8 feurige Eruptionen gehabt. Der Kratersee, welcher 1842 verschwunden war, hatte sich 1848 wieder gebildet, aber nach den Beobachtungen von B. van Heerwerden soll die Anwesenheit des Wassers im Kesselschlunde gar nicht den Ausbruch glühender, weit geschleuderter Schlacken gehindert haben.

||) Junghuhn Bd. II. S. 624—641.

§) Der G. Pepandajan ist 1819 von Reinwardt, 1837 von Junghuhn erstiegen worden. Der Letztere, welcher die Umgebung des Berges, ein mit wüsten eckigen ausgeworfenen Lavablöcken bedecktes Trümmerfeld, genau untersucht und mit den früheren Berichten verglichen hat, hält die durch so viele schätzbare Werke verbreitete Nachricht, daß ein Theil des eingestürzten Berges und ein Areal von mehreren Quadratmeilen während des Ausbruchs von 1772 versunken sei, für sehr übertrieben; Junghuhn Bd. II. S. 98 und 100.

sie communiciren, so zusammengesetzt, daß die Verstopfung alter Dampfcanäle, oder im Lauf der Jahrhunderte die temporäre Eröffnung neuer den simultanen Ausbruch auf sehr entfernten Punkten begreiflich machen. Ich erinnere an das plötzliche Verschwinden der Rauchsäule, die aus dem Vulkan von Pasto aufstieg, als am Morgen des 4ten Februars 1797 das furchtbare Erdbeben von Riobamba die Hochebene von Quito zwischen dem Tunguragua und Cotopaxi erschütterte. *)

Den Vulkanen der Insel Java wird im allgemeinen ein Charakter gerippter Gestaltung zugeschrieben, von dem ich auf den canarischen Inseln, in Mexico und in den Cordilleren von Quito nichts ähnliches gesehen habe. Der neueste Reisende, welchem wir so treffliche Beobachtungen über den Bau der Vulkane, die Geographie der Pflanzen und die psychrometrischen Feuchtigkeits-Verhältnisse verdanken, hat die Erscheinung, deren ich hier erwähne, mit so bestimmter Klarheit beschrieben, daß ich, um zu neuen Untersuchungen Anlaß zu geben, nicht versäumen darf, die Aufmerksamkeit auf jene Regelmäßigkeit der Form zu richten. „Obgleich", sagt Herr Junghuhn, „die Oberfläche eines 10300 Fuß hohen Vulkans, des Gunung Sumbing, aus einiger Entfernung gesehen, wie eine ununterbrochen ebene und geneigte Fläche des Kegelberges erscheint; so findet man doch bei näherer Betrachtung, daß sie aus lauter einzelnen schmalen Länge-Rücken oder Rippen besteht, die nach unten zu sich immer mehr spalten und breiter werden. Sie ziehen sich vom Gipfel des Vulkans oder noch häufiger von einer Höhe, die einige hundert Fuß unterhalb des Gipfels liegt, nach allen Seiten, wie die Strahlen eines Regenschirmes divergirend, zum Fuße des Berges herab." Diese rippenförmigen Länge-Rücken haben bisweilen auf kurze Zeit einen geschlängelten Lauf, werden aber alle durch neben einander liegende, gleich gerichtete, auch im Herabsteigen breiter werdende Zwischenklüfte von drei- bis vierhundert Fuß Tiefe gebildet. Es sind Ausfurchungen der Oberfläche, „welche an den Seitengehängen aller Vulkane der Insel Java sich wiederfinden, aber in der mittleren Tiefe und dem Abstande ihres oberen Anfanges vom Kraterrande und von einem uneröffneten Gipfel bei den verschiedenen Kegelbergen bedeutend von einander abweichen. Der G. Sumbing (10348 F.) gehört zu der Anzahl derjenigen Vulkane, welche die schönsten und regelmäßigst gebildeten Rippen zeigen, da der Berg von Waldbäumen entblößt und mit Gras bedeckt ist." Nach den Messungen, welche Junghuhn †) bekannt gemacht, nimmt die Zahl der Rippen durch Verzweigung eben so zu, als der Neigungswinkel abnimmt. Oberhalb der Zone von 9000 Fuß sind im G. Sumbing nur etwa 10 solche Rippen, in 8500 F. Höhe 32, in 5500 F. an 72, in 3000 F. Höhe über 95. Der Neigungswinkel nimmt dabei ab von 37° zu 25° und 10°½. Fast eben so regelmäßig sind die Rippen am Vulkan G. Tengger (8165 F.), während sie am G. Ringgit durch die verwüstenden Ausbrüche, welche dem Jahre 1586 folgen, bedeckt und zerstört worden sind. ‡) „Die Entstehung der so eigenthümlichen Längen-Rippen und der dazwischen liegenden Bergklüfte, deren Zeichnungen gegeben sind, wird der Auswaschung durch Bäche zugeschrieben."

Allerdings ist die Masse der Meteorwasser in dieser Tropengegend im Mittel wohl 3- bis 4mal beträchtlicher als in der temperirten Zone, ja die Zuströmungen sind oft wolkenbruchartig; denn wenn auch im ganzen die Feuchtigkeit mit der Höhe der Luftschichten abnimmt, so üben dagegen die großen Kegelberge eine besondere Anziehung auf das Gewölk aus, und die vulkanischen Ausbrüche sind, wie ich schon an anderen Orten bemerkt habe, ihrer Natur nach gewittererregend. Die Kluft- und Thalbildungen (Barrancos), welche in den Vulkanen der canarischen Inseln und in den Cordilleren von Südamerika nach den von Leopold v. Buch ||) und von mir vielfältig gegebenen Beschreibungen dem Reisenden wichtig werden, weil sie ihm das Innere des Gebirges erschließen und ihn selbst bisweilen

*) Kosmos 4. Buch S. 639; und Voyage aux Régions équinox. T. II. p. 16.

†) Junghuhn Bd. II. S. 241—246.

‡) A. a. O. S. 566, 596 und 607—609.

||) Leop. von Buch, phys. Beschreib. der canarischen Inseln S. 206, 213, 248 und 289.

bis in die Nähe der höchsten Gipfel und an die Umwallung eines Erhebungs-Kraters hinten, bieten analoge Erscheinungen dar; aber wenn dieselben auch zu Zeiten die sich sammelnden Meteorwasser fortführen, so ist diesen doch wohl nicht die primitive Entstehung der barrancos*) an dem Abfall der Vulkane zuzuschreiben. Spaltungen als Folge der Faltung in der weich gehobenen und sich erst später erhärtenden trachytischen Masse sind wahrscheinlich allen Erosions-Wirkungen und dem Stoß der Wasser vorhergegangen. Wo aber diese barrancos in den von mir besuchten vulkanischen Gegenden sich an dem Abfall oder Gehänge von Glocken- oder Kegelbergen (*en las faldas* de los Cerros barrancosos) zeigten, war keine Spur von der Regelmäßigkeit oder strahlenförmigen Verzweigung zu entdecken, welche wir nach Junghuhn's Werken in den sonderbaren Reliefformen der Vulkane von Java kennen lernen. †) Die meiste Analogie mit der hier behandelten Reliefform gewährt das Phänomen, auf welches Leopold von Buch und der scharfsinnige Beobachter der Vulkane, Poulet Scrope, schon aufmerksam gemacht haben: das Phänomen, daß große Spalten sich fast immer nach der Normal-Richtung der Abhänge, strahlenförmig, doch unverzweigt, vom Centrum des Berges aus, nicht queer auf denselben, in rechtem oder schiefem Winkel eröffnen.

Der Glaube an die völlige Abwesenheit von Lavaströmen auf der Insel Java ‡), zu dem Leopold von Buch nach Erfahrungen des verdienstvollen Reinwardt sich hinzuneigen schien, ist durch die neueren Beobachtungen mehr als erschüttert worden. Junghuhn bemerkt allerdings, „daß der mächtige Vulkan Gunung Merapi in der geschichtlichen Periode seiner Ausbrüche nicht mehr zusammenhangende, compacte Lavaströme gebildet, und daß er nur Lava-Fragmente (Trümmer) oder unzusammenhangende Steinblöcke ausgeworfen habe, wenn man auch im Jahre 1837 neun Monate lang an dem Abhange des Auswurfs-Kegels nächtlich feurige Streifen herabziehen sah." ||) Aber derselbe sa-

*) Barranco und barranca, beide gleichbedeutend und beide genugsam im spanischen Amerika gebraucht, bezeichnen allerdings eigentlich eine Wasserfurche, einen Wasserriß: la quiebra que hacen en la tierra las corrientes de las aguas; — "una torrente que hace barrancas"; weiter bezeichnen sie auch jegliche Schlucht. Daß aber das Wort barranca mit barro, Thon, weicher, feuchter Letten, auch Wegkoth, zusammenhange: ist zu bezweifeln.

†) Lyell, Manual of elementary Geology 1855 chapt. XXIX p. 497. Die auffallendste Analogie mit dem Phänomen regelmäßiger Gerippheit auf Java bietet die Oberfläche des Somma-Mantels am Vesuv dar, über dessen 70 Faltungen ein scharfsinniger und genau messender Beobachter, der Astronom Julius Schmidt, viel Licht verbreitet hat (die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 101—109). Diese Thalfurchen sind nach Leop. von Buch ihrem primitiven Ursprunge nach nicht Regenrisse (fiumare), sondern Folgen der Zersprengtheit (Faltung, étoilement) bei erster Erhebung der Vulkane. Auch die meist radiale Stellung der Seiten-Ausbrüche gegen die Achse der Vulkane scheint damit zusammenzuhängen.

‡) "L'obsidienne et par conséquent les pierres-ponces sont aussi rares à Java que le trachyte lui-même. Un autre fait très curieux c'est l'absence de toute coulée de lave dans cette île volcanique. Mr. Reinwardt, qui lui-même a observé un grand nombre d'éruptions, dit expressément qu'on n'a jamais eu d'exemples que l'éruption la plus violente et la plus dévastatrice ait été accompagnée de laves." Léop. de Buch, Description des Iles Canaries p. 419. In den vulkanischen Gebirgsarten von Java, welche das Mineralien-Cabinet zu Berlin dem Dr. Junghuhn verdankt, sind Diorit-Trachyte, aus Oligoklas und Hornblende zusammengesetzt, deutlichst zu erkennen zu Burungagung S. 255 des Leidner Catalogs, zu Tjinas S. 222 und im Gunung Parang, der im District Batu-gangi liegt. Das ist also typisch die Formation von dioritischem Trachyte der Vulkane Orizaba und Toluca von Mexico, der Insel Ponsaria in den Liparen und Aegina im ägäischen Meer.

||) Junghuhn Bd. II. S. 309 und 314. Die feurigen Streifen, welche man am Vulkan G. Merapi sah, waren gebildet durch nahe zusammengedrängte Schlackenströme (traînées de fragments), durch unzusammenhangende Massen, die beim Ausbruch nach derselben Seite hin herabrollen und bei sehr verschiedenem Gewicht am jähen Abfall auf einander stoßen. Bei dem Ausbruch des G. Lamongan im M. März 1847 hat sich, einige hundert Fuß unterhalb des Ortes ihres Ursprungs, eine solche bewegte Schlackenreihe in zwei Arme getheilt. „Der feurige Streifen", heißt es ausdrücklich (Bd. II, S. 767), „bestand nicht aus wirklich geschmolzener Lava, sondern aus dicht hinter einander rollenden Lava-Trümmern." Der G. Lamongan und der G. Semeru sind gerade die beiden Vulkane der Insel Java, welche durch ihre Thätigkeit in langen Perioden dem kaum 2800 Fuß hohen Stromboli am ähnlichsten gefunden werden, da sie, wenn gleich in Höhe so auffallend verschieden (der Lamongan 3676 und der Semeru 11480 F. hoch), der erstere nach Pausen von 15 bis 20 Minuten (Eruption vom Juli 1838 und März 1847), der andere von 14 bis 3 Stunden (Eruption vom August 1836 und September 1844), Schlacken-Auswürfe zeigten (Bd. II. S. 364 und 765 bis 769). Auf Stromboli selbst kommen neben vielen Schlacken-Auswürfen auch kleine, aber seltene Lava-Ergießungen vor, welche, durch Hindernisse aufgehalten, bisweilen am Abhange des Kegels erstarren. Es ist eine große Wichtigkeit auf die verschiedenen Formen der Continuität oder Sonderung, unter denen ganz oder halb geschmolzene Materien ausgestoßen oder ergossen werden, sei es aus denselben oder aus verschiedenen Vulkanen. Analoge Erscheinungen, unter verschiedenen Zonen und nach leitenden Ideen unter-

aufmerksame Reisende hat umständlichst und deutlich drei basaltartige schwarze Lavaströme an drei Vulkanen: Gunung Tengger, G. Idjèn und Slamat*), beschrieben. An dem letzteren verlängert sich der Lavastrom, nachdem er Veranlassung zu einem Wasserfall gegeben, bis in das Tertiär-Gebirge. †) Junghuhn unterscheidet von solchen wahren Lava-Ergüssen, die zusammenhangende Massen bilden, sehr genau bei dem Ausbruch des G. Lamongan ‡) vom 6ten Juli 1838, was er einen Steinstrom nennt: aus gereiht ausgestoßenen, großentheils eckigen, glühenden Trümmern bestehend. „Man hörte das Gekrach der aufschlagenden Steine, die, feurigen Punkten gleich, in einer Linie oder ordnungslos herabrollten." Ich hefte sehr absichtlich die Aufmerksamkeit auf die sehr verschiedene Art, in der feurige Massen an dem Abhange eines Vulkans erscheinen, weil in dem Streite über das Maximum des Fallwinkels der Lavaströme bisweilen glühende Steinströme (Schlackenmassen), in Reihen sich folgend, mit continuirlichen Lavaströmen verwechselt werden.

Da gerade in neuester Zeit das wichtige, die innere Constitution der Vulkane betreffende und, ich darf hinzusetzen, nicht ernst genug behandelte Problem der Seltenheit oder des völligen Mangels von Lavaströmen in Beziehung auf Java so oft zur Sprache gekommen ist; so scheint es hier der Ort dasselbe unter einen allgemeineren Gesichtspunkt zu stellen. Wenn auch sehr wahrscheinlich in einer Vulkan-Gruppe oder Vulkan-Reihe alle Glieder in gewissen gemeinsamen Verhältnissen zu dem allgemeinen Heerde, dem geschmolzenen Erd-Inneren, stehen; so bietet doch jedes Individuum eigenthümliche physikalische und chemische Processe dar in Hinsicht auf Stärke und Frequenz der Thätigkeit, auf Grad und Form der Fluidität und auf Stoff-Verschiedenheit der Producte: Eigenthümlichkeiten, welche man nicht durch Vergleichung der Gestaltung und der Höhe über der jetzigen Meeresfläche erklären kann. Der Bergcoloß Sangay ist eben so ununterbrochen in Eruption als der niedrige Stromboli; von zwei einander nahen Vulkanen wirft der eine nur Bimssteine oder Obsidian, der andere beide zugleich aus; der eine giebt nur lose Schlacken, der andere in schmalen Strömen fließende Lava. Diese charakterisirenden Processe scheinen dazu bei vielen in verschiedenen Epochen ihrer Thätigkeit nicht immer dieselben gewesen zu sein. Keinem der beiden Continente ist vorzugsweise Seltenheit oder gar Abwesenheit von Lavaströmen zuzuschreiben. Auffallende Unterschiede treten nur in solchen Gruppen hervor, für welche man sich auf uns nahe liegende, bestimmte historische Perioden beschränken muß. Das Nicht-Erkennen von einzelnen Lavaströmen hängt von vielerlei Verhältnissen gleichzeitig ab. Zu diesen gehören: die Bedeckung mächtiger Tuff-, Rapilli- und Bimsstein-Schichten; die gleich- oder ungleichzeitige Confluenz mehrerer Ströme,

---

nommen, sind sehr zu wünschen bei der Armuth und großen Einseitigkeit der Ansichten, zu welcher die vier thätigen europäischen Vulkane führen. Die von mir 1802, von meinem Freunde Bonssingault 1831 aufgeworfene Frage: ob in den Cordilleren von Quito der Antisana Lavaströme gegeben habe? die wir weiter unten berühren, findet vielleicht in den Ideen der Sonderung des Flüssigen ihre Lösung. Der wesentliche Charakter eines Lavastromes ist der einer gleichmäßigen, zusammenhangenden Flüssigkeit, eines bandartigen Stromes, aus welchem beim Erkalten und Verhärten sich an der Oberfläche Schalen ablösen. Diese Schalen, unter denen die, fast homogene Lava lange fortfließt, richten sich theilweise durch Ungleichheit der inneren Bewegung und Entwickelung heißer Gas-Arten schief oder senkrecht auf; und wenn so mehrere Lavaströme zusammenfließend einen Lavasee, wie in Island, bilden, so entsteht nach der Erkaltung ein Trümmerfeld. Die Spanier, besonders in Mexico, nennen eine solche, zum Durchstreifen sehr unbequeme Gegend ein malpais. Es erinnern solche Lavafelder, die man oft in der Ebene am Fuß eines Vulkans findet, an die gefrorene Oberfläche eines Sees mit aufgethürmten kurzen Eisschollen.

*) Den Namen G. Idjen kann man nach Buschmann durch das javanische Wort hidjèn: einzeln, allein, besonders, deuten: eine Ableitung von dem Subst. hidji oder widji, Korn, Saamenkorn, welches mit sa das Zahlwort eins ausdrückt. Ueber die Etymologie von G. Tengger siehe die inhaltreiche Schrift meines Bruders über die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 188), wo auf die historische Wichtigkeit des Tengger-Gebirges hingewiesen wird, das von einem kleinen Volksstamme bewohnt wird, welcher, feindlich gegen den jetzt allgemeinen Mohammedanismus auf der Insel, seinen alten indisch-japanischen Glauben bewahrt hat. Junghuhn, der sehr fleißig Bergnamen aus der Kawi-Sprache erklärt, sagt (Th. II. S. 554), tengger bedeute im Kawi Hügel; eine solche Deutung erfährt das Wort auch in Gericke's javanischem Wörterbuch (Javaansch-nederduitsch Woordenboek, Amst. 1847). Slamat, der Name des hohen Vulkans von Tegal, ist das bekannte arabische Wort selamat, welches Wohlfahrt, Glück und Heil bedeutet.

†) Junghuhn Bd. II.: Slamat S. 135 u. 163, Idjen S. 698, Tengger S. 773.

‡) Bd. II. S. 760—762.

welche ein weit ausgedehntes Lava- oder Trümmerfeld bilden; der Umstand, daß in einer weiten Ebene längst zerstört sind die kleinen conischen Ausbruch-Kegel, gleichsam das vulkanische Gerüste, welchem, wie auf Lancerote, die Lava stromweise entflossen war. In den urältesten Zuständen unseres ungleich erkaltenden Planeten, in den frühesten Faltungen seiner Oberfläche, scheint mir sehr wahrscheinlich ein häufiges zähes Entquellen von trachytischen und doleritischen Gebirgsarten, von Bimsstein-Massen oder obsidianhaltigen Perliten aus einem zusammengesetzten Spalten-Netze, über dem sie ein Gerüste sich erhoben oder aufgebaut hat. Das Problem solcher einfachen Spalten-Ergüsse verdient die Aufmerksamkeit der Geologen.

In der Reihe der mexicanischen Vulkane ist das größte und, seit meiner amerikanischen Reise berufenste Phänomen die Erhebung und der Lava-Erguß des neu erschienenen Jorullo. Dieser Vulkan, dessen auf Messungen gegründete Topographie ich zuerst bekannt gemacht habe*), bietet durch seine Lage zwischen den beiden Vulkanen von Tolnca und Colima, und durch seinen Ausbruch auf der großen Spalte vulkanischer Thätigkeit†), welche sich vom atlantischen Meere bis an die Südsee erstreckt, eine wichtige und deshalb um so mehr bestrittene geognostische Erscheinung dar. Dem mächtigen Lavastrom folgend, welchen der neue Vulkan ausgestoßen, ist es mir gelungen, tief in das Innere des Kraters zu gelangen und in demselben Instrumente aufzustellen. Dem Ausbruch in einer weiten, lange friedlichen Ebene der ehemaligen Provinz Michuacan in der Nacht vom 28ten zum 29ten September 1759, über 30 geographische Meilen von jedem anderen Vulkane entfernt, ging seit dem 29. Juni desselben Jahres, also zwei volle Monate lang, ein ununterbrochenes unterirdisches Getöse voraus. Es war dasselbe dadurch schon von den wunderbaren bramidos von Guanaxuato, die ich an einem anderen Orte‡) beschrieben, verschieden, daß es, wie es gewöhnlicher der Fall ist, von Erdstößen begleitet war: welche der silberreichen Bergstadt im Januar 1784 gänzlich fehlten. Der Ausbruch des neuen Vulkans um 3 Uhr Morgens verkündigte sich Tages vorher durch eine Erscheinung, welche bei anderen Eruptionen nicht den Anfang, sondern das Ende zu bezeichnen pflegt. Da, wo gegenwärtig der große Vulkan steht, war ehemals ein dichtes Gebüsch von der, ihrer wohlschmeckenden Früchte wegen bei den Eingeborenen so beliebten Guayava (Psidium pyriferum.) Arbeiter aus den Zuckerrohrfeldern (canaverales der Hacienda de San Pedro Jorullo, welche dem reichen, damals in Mexico wohnenden Don Andres Pimentel gehörte, waren ausgegangen, um Guayava-Früchte zu sammeln. Als sie nach der Meierei (hacienda) zurückkehrten, bemerkte man mit Erstaunen, daß ihre großen Strohhüte mit vulkanischer Asche bedeckt waren. Es hatten sich demnach schon in dem, was man jetzt das Malpais nennt, wahrscheinlich am Fuß der hohen Basaltkuppe el Cuiche, Spalten geöffnet, welche diese Asche (Rapilli) ausstießen, ehe noch in der Ebene sich etwas zu verändern schien. Aus einem in den bischöflichen Archiven von Valladolid aufgefundenen Briefe des Pater Joaquin de Anfogorri, welcher 3 Wochen nach dem Tage des ersten Ausbruchs geschrieben ist, scheint zu erhellen, daß der Pater Isidro Molina, aus dem Jesuiter-Collegium des nahen Patzcuaro, hingesandt, „um den von dem unterirdischen Getöse und den Erdbeben auf's äußerste beunruhigten Bewohnern der Playas de Jorullo geistlichen Trost zu geben", zuerst die zunehmende Gefahr erkannte und dadurch die Rettung der ganzen kleinen Bevölkerung veranlaßte.

In den ersten Stunden der Nacht lag die schwarze Asche schon einen Fuß hoch; alles lief gegen die Anhöhen von Aguasarco zu, einem Indianer-Dörfchen, das 2260 Fuß höher als die alte Ebene von Jorullo liegt. Von diesen Höhen aus sah man (so geht die Tradition) eine große Strecke Landes in furchtbarem Feuerausbruch, und „mitten zwischen den Flammen (wie sich die ausdrückten, welche das Berg-Aufsteigen erlebt) erschien, gleich

*) Atlas géographique et physique, der die Rel. hist. begleitet (1814) Pl. 28 und 29.

†) Kosmos 4. Buch S. 781—782.

‡) Kosmos 1. Buch S. 108, 4. Buch S. 773.

einem ſchwarzen Caſtell (castillo negro), ein großer unförmiger Klumpen (bulto grande.)" Bei der geringen Bevölkerung der Gegend (die Indigo- und Baumwollen-Cultur wurde damals nur ſehr ſchwach betrieben) hat ſelbſt die Stärke langdauernder Erdbeben kein Menſchenleben gekoſtet, obgleich durch dieſelben, wie ich aus handſchriftlichen Nachrichten*) er-

*) In meinem Essai politique sur la Nouvelle-Espagne habe ich in den zwei Auflagen von 1811 und 1827 (in der letzteren T. II. p. 165—175), wie es die Natur jenes Werkes erheiſchte, nur einen gedrängten Auszug aus meinem Tagebuche gegeben, ohne den topographiſchen Plan der Umgegend und die Höhenkarte liefern zu können. Bei der Wichtigkeit, welche man auf eine ſo große Erſcheinung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts gelegt hat, glaubte ich jenen Auszug hier vervollſtändigen zu müſſen. Einzelheiten über den neuen Vulkan von Jorullo verdanke ich einem erſt im Jahre 1830 durch einen ſehr wiſſenſchaftlich gebildeten mexicaniſchen Geiſtlichen, Don Juan José Paſtor Morales, aufgefundenen officiellen Document, das drei Wochen nach dem Tage des erſten Ausbruchs verfaßt worden iſt; wie auch mündlichen Mittheilungen meines Begleiters, des Biscainers Don Ramon Espelde, der noch lebende Augenzeugen des erſten Ausbruchs hatte vernehmen können. Morales hatte in den Archiven des Biſchofs von Michuacan einen Bericht entdeckt, welchen Joaquin de Anſogorri, Prieſter in dem indiſchen Dorfe la Guacana, am 19. October 1759 an ſeinen Biſchof richtete. Der Oberbergrath Burkart hat in ſeiner lehrreichen Schrift (Aufenthalt und Reiſen in Mexico, 1836) ebenfalls ſchon einen kurzen Auszug daraus (Bd. I. S. 230) gegeben. Don Ramon Espelde bewohnte zur Zeit meiner Reiſe die Ebene von Jorullo und hat das Verdienſt zuerſt den Gipfel des Vulkans beſtiegen zu haben. Er ſchloß ſich einige Jahre nachher der Expedition an, welche der Intendente Corregidor Don Juan Antonio de Riano am 10. März 1789 machte. Zu derſelben Expedition gehörte ein wohl unterrichteter, in ſpaniſche Dienſte als Berg-Commiſſar getretener Deutſcher, Franz Fiſcher. Durch den Letzten iſt der Name des Jorullo zuerſt nach Deutſchland gekommen, da er deſſelben in Schriften der Geſellſchaft der Bergbaukunde Bd. II. S. 441 in einem Briefe erwähnte. Aber früher ſchon war in Italien des Ausbruchs des neuen Vulkans gedacht worden: in Clavigero's Storia antica del Messico (Cesena 1780, T. I. p. 42) und in dem poetiſchen Werke Rusticatio mexicana des Pater Raphael Landivar (ed. altera, Bologna 1782, p. 17). Clavigero ſetzt in ſeinem ſchätzbaren Werke die Entſtehung des Vulkans, den er Jurupo ſchreibt, fälſchlich in das Jahr 1760, und erweitert die Beſchreibung des Ausbruchs durch Nachrichten über den ſich bis Queretaro erſtreckenden Aſchenregen, welche ihm 1766 Don Juan Manuel de Buſtamante, Gouverneur der Provinz Valladolid de Michuacan, als Augenzeuge des Phänomens mitgetheilt hatte. Landivar, der unſerer Hebungs-Theorie enthuſiaſtiſch, wie Ovidius, zugethane Dichter, läßt in wohlklingenden Hexametern den Coloß bis zur vollen Höhe von 3 milliaria aufſteigen, und findet (nach Art der Alten) die Thermalquellen bei Tage kalt und bei Nacht warm. Ich ſah aber um Mittag das hundertheilige Thermometer im Waſſer des Rio de Cuitimba bis 52°½ ſteigen.

Antonio de Alcedo gab in dem 5ten Theile ſeines großen und nützlichen Diccionario geográfico-histórico de las Indias occidentales ó América, 1789, alſo in demſelben Jahre als des Gouverneurs Riano und Berg-Commiſſars Franz Fiſcher Bericht in der Gazeta de Mexico erſchien, in dem Artikel Xurullo (p. 374 bis 375), die intereſſante Notiz: daß, als die Erdbeben in den Playas anfingen (29. Juni 1759), der im Ausbruch begriffene weſtlichſte Vulkan von Colima ſich plötzlich beruhigte: ob er gleich "70 leguas" (wie Alcedo ſagt; nach meiner Karte nur 28 geogr. Meilen) von den Playas entfernt iſt. „Man meint", ſetzt er hinzu, „die Materie ſei in den Eingeweiden der Erde dort auf Hinderniſſe geſtoßen, um ihrem alten Laufe zu folgen; und da ſie geeignete Höhlungen (in Oſten) gefunden habe, ſei ſie im Jorullo ausgebrochen (para reventar en Xurullo)." Genaue topographiſche Angaben über die Umgegend des Vulkans finden ſich auch in des Juan José Martinez de Lejarza geographiſchem Abriß des alten Tarasker-Landes: Análisis estadístico de la provincia de Michuacan, en 1822 (Mexico 1824), p. 125, 129, 130 und 131. Das Zeugniß des zu Valladolid in der Nähe des Jorullo wohnenden Verfaſſers, daß ſeit meinem Aufenthalte in Mexico keine Spur einer vermehrten vulkaniſchen Thätigkeit ſich an dem Berge gezeigt hat, hat am früheſten das Gerücht von einem neuen Ausbruche im Jahr 1819 (Lyell, Principles of Geology 1855 p. 430) widerlegt. Da die Poſition des Jorullo in der Breite nicht ohne Wichtigkeit iſt, ſo bin ich darauf aufmerkſam geworden, daß Lejarza, der ſonſt immer meinen aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen folgt, auch die Länge des Jorullo ganz wie ich 2° 25′ weſtlich vom Meridian von Mexico (103° 50′ weſtlich von Paris) nach Zeit-Uebertragung angiebt, in der Breite von mir abweicht. Sollte die von ihm dem Jorullo beigelegte Breite von 18° 53′ 30″, welche der des Vulkans Popocatepetl (18° 59′ 47″) am nächſten kommt, ſich auf neuere, mir unbekannte Beobachtungen gründen? Ich habe in meinem Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II, p. 521 ausdrücklich geſagt: "latitude *supposée* 19° 8′: geſchloſſen aus guten Sternbeobachtungen zu Valladolid, welche 19° 52′ 8″ gaben, und aus der Wegrichtung." Die Wichtigkeit der Breite von Jorullo habe ich erſt erkannt, als ich ſpäter die große Karte des Landes Mexico in der Hauptſtadt zeichnete und die oſt-weſtliche Vulkan-Reihe eintrug.

Da ich in dieſen Betrachtungen über den Urſprung des Jorullo mehrfach der Sagen gedacht habe, welche noch heute in der Umgegend herrſchen, ſo will ich am Schluß dieſer langen Anmerkung noch einer ſehr volksthümlichen Sage Erwähnung thun, welche ich ſchon in einem andern Werke (Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. II. 1827 p. 172) berührt habe: "Selon la crédulité des indigènes, ces changemens extraordinaires que nous venons de décrire, sont l'ouvrage des moines, le plus grand peut être qu'ils aient produit dans les deux hémisphères. Aux *Playas de Jorullo*, dans la chaumière que nous habitions, notre hôte indien nous raconta qu'en 1759 des Capucins en mission prêchèrent à l'habitation de San Pedro; mais que, n'ayant pas trouvé un accueil favorable, ils chargèrent cette plaine, alors si belle et si fertile, des imprécations les plus horribles et les plus compliquées: ils prophétisèrent que d'abord l'habitation serait engloutie par des flammes qui sortiraient de la terre et que plus tard l'air ambiant se refroidirait à tel point que les montagnes voisines resteraient éternellement couvertes de neige et de glace. La première de ces malédictions ayant eu des suites si funestes, le bas peuple indien voit déjà dans le refroidissement progressif du Volcan le présage d'un hiver perpétuel."

Neben dem Dichter, Pater Landivar, iſt wohl die erſte gedruckte Erwähnung der Cataſtrophe die ſchon vorhin genannte in der Gazeta de Mexico de 5 de Mayo 1789 (T. III. Núm. 30 p. 293—297) geweſen; ſie führt die beſcheidene Ueberſchrift: Superficial y nada facultativa Descripcion del estado en que se hallaba el Volcán de *Jorullo* la manana del dia 10 de Marzo de 1789, und wurde veranlaßt durch die Expedition von Riano, Franz Fiſcher und Espelde. Später (1791)

ſehen, bei den Kupfergruben von Inguaran, in dem Städtchen Patzcuaro, in Santiago de Ario, und viele Meilen weiter, doch nicht über S. Pedro Churumuco hinaus, Häuſer umgeſtürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubſtummen Negerſklaven mitzunehmen vergeſſen. Ein Meſtize hatte die Menſchlichkeit umzukehren und ihn, als die Wohnung noch ſtand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Señora de Guadalupe gefunden habe.

Nach der weit und übereinſtimmend unter den Eingeborenen verbreiteten Tradition ſoll in den erſten Tagen der Ausbruch von großen Felsmaſſen, Schlacken, Sand und Aſche immer auch mit einem Erguß von ſchlammigem Waſſer verbunden geweſen ſein. In dem vorerwähnten denkwürdigen Berichte vom 19ten October 1759, der einen Mann zum Verfaſſer hat, welcher mit genauer Localkenntniß das eben erſt Vorgefallene ſchildert, heißt es ausdrücklich: que espele el dicho Volcan arena, ceniza y agua. Alle Augenzeugen erzählen (ich überſetze aus der Beſchreibung, welche der Intendant, Oberſt Riaño, und der deutſche Berg-Commiſſar Franz Fiſcher, der in ſpaniſche Dienſte getreten war, über den Zuſtand des Vulkans von Jorullo am 10ten März 1789 geliefert haben): „daß, ehe der furchtbare Berg erſchien (antes de reventar y aparecerse este terrible Cerro), die Erdſtöße und das unterirdiſche Getöſe ſich häuften; am Tage des Ausbruchs ſelbſt aber der flache Boden ſich ſichtbar ſenkrecht erhob (se observó, que el plan de la tierra se levantaba perpendicularmente), und das Ganze ſich mehr oder weniger aufblähte, ſo daß Blaſen (vexigones) erſchienen, deren größte heute der Vulkan iſt (de los que el mayor es hoy el Cerro del Volcan). Dieſe aufgetriebenen Blaſen, von ſehr verſchiedenem Umfang und zum Theil ziemlich regelmäßiger coniſcher Geſtalt, platzten ſpäter (estas ampollas, gruesas vegigas ò conos diferentemente regulares en sus figuras y tamaños, reventáron despues), und ſtießen aus ihren Mündungen kochend heißen Erdſchlamm (tierra hervidas y calientes) wie verſchlackte Steinmaſſen (piedras cocidas? y fundidas) aus, die man, mit ſchwarzen Steinmaſſen bedeckt, noch bis in ungeheure Ferne auffindet.“

Die hiſtoriſchen Nachrichten, die man freilich ausführlicher wünſchte, ſtimmen vollkommen mit dem überein, was ich aus dem Munde der Eingeborenen 14 Jahre nach der Beſteigung des Antonio de Riano vernahm. Auf die Fragen, ob man „das Berg-Caſtell“ nach Monaten oder Jahren ſich allmälig habe erhöhen ſehen, oder ob es gleich in den erſten Tagen ſchon als ein hoher Gipfel erſchienen ſei? war keine Antwort zu erhalten. Riano's Behauptung, daß Eruptionen noch in den erſten 16 bis 17 Jahren vorgefallen wären, alſo bis 1776, wurde als unwahr geläugnet. Die Erſcheinungen der kleinen Waſſer- und Schlamm-Ausbrüchen, die in den erſten Tagen gleichzeitig mit den glühenden Schlacken bemerkt wurden, werden nach der Sage dem Verſiegen zweier Bäche zugeſchrieben, welche, an dem weſtlichen Abhange des Gebirges von Santa Ines, alſo öſtlich vom Cerro de Cuiche, entſpringend, die Zuckerrohr-Felder der ehemaligen Hacienda de San Pedro de Jorullo reichlich bewäſſerten und weit in Weſten nach der Hacienda de la Presentacion fortſtrömten. Man zeigt noch nahe bei ihrem Urſprunge den Punkt, wo ſie in einer Kluft mit ihren einſt kalten Waſſern bei Erhebung des öſtlichen Randes des Malpais verſchwunden ſind. Unter den Hornitos weglaufend, erſcheinen ſie (das iſt die allgemeine Meinung der Landleute) erwärmt als zwei Thermalquellen wieder. Da der gehobene Theil des Malpais dort faſt ſenkrecht abgeſtürzt iſt, ſo bilden ſie die zwei kleinen Waſſerfälle, die ich geſehen und in meine Zeichnung aufgenommen habe. Jedem derſelben iſt der frühere Name, Rio de San Pedro und Rio de Cuitimba, erhalten worden. Ich habe an dieſem Punkte die Temperatur der dampfenden Waſſer 52°,7 gefunden. Die Waſſer ſind auf ihrem langen Wege nur erwärmt, aber nicht geſäuert worden. Die

haben auf der nautiſch-aſtronomiſchen Expedition von Malaſpina die Botaniker Moçino und Don Martin Seſſe, ebenfalls von der Südſee-Küſte aus, den Jorullo beſucht.

Reactiv-Papiere, welche ich die Gewohnheit hatte, mit mir zu führen, erlitten keine Veränderung; aber weiter hin, nahe bei der Hacienda de la Presentacion, gegen die Sierra de las Canoas zu, sprudelt eine mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängerte Quelle, die ein Becken von 20 Fuß Breite bildet.

Um sich von der complicirten Reliefform der Bodenfläche einen klaren Begriff zu machen, in welcher so merkwürdige Erhebungen vorgefallen sind, muß man hypsometrisch und morphologisch unterscheiden: 1) die Lage des Vulkan-Systems von Jorullo im Verhältniß zu dem mittleren Niveau der mexicanischen Hochebene; 2) die Convexität des Malpais, das von Tausenden von Hornitos bedeckt ist; 3) die Spalte, auf welcher 6 große vulkanische Bergmassen aufgestiegen sind.

An dem westlichen Abfall der von SSO nach NNW streichenden Cordillera central de Mexico bildet die Ebene der Playas de Jorullo in nur 2400 Fuß Höhe über dem Niveau der Südsee eine von den horizontalen Bergstufen, welche überall in den Cordilleren die Neigungs-Linie des Abfalls unterbrechen und deshalb mehr oder minder die Abnahme der Wärme in den über einander liegenden Luftschichten verlangsamen. Wenn man von dem Central-Plateau von Mexico in 7000 Fuß mittlerer Höhe nach den Weizenfeldern von Valladolid de Michuacan, nach dem anmuthigen See von Patzcuaro mit dem bewohnten Inselchen Janicho und in die Wiesen um Santiago de Ario, die wir (Bonpland und ich) mit den nachmals so berühmt gewordenen Georginen (Dahlia, Cav.) geschmückt fanden, herabsteigt; so ist man noch nicht neunhundert bis tausend Fuß tiefer gelangt. Um aber von Ario am steilen Abhange über Aguasarco in das Niveau der alten Ebene von Jorullo zu treten, vermindert man in dieser so kurzen Strecke die absolute Höhe um 3600 bis 4000 Fuß.*) Der rundliche, convexe Theil der gehobenen Ebene hat ohngefähr 12000 Fuß im Durchmesser, also ein Areal von mehr als ½ einer geographischen Quadratmeile. Der eigentliche Vulkan von Jorullo und die 5 anderen Berge, die sich mit ihm zugleich und auf Einer Spalte erhoben haben, liegen so, daß nur ein kleiner Theil des Malpais östlich von ihnen fällt. Gegen Westen ist die Zahl der Hornitos daher um vieles größer; und wenn ich am frühen Morgen aus dem Indianer-Häuschen der Playas de Jorullo heraustrat oder einen Theil des Cerro del Mirador bestieg, so sah ich den schwarzen Vulkan sehr malerisch über die Unzahl von weißen Rauchsäulen der „kleinen Oefen" (Hornitos) hervorragen. Sowohl die Häuser der Playas als der basaltische Hügel Mirador liegen auf dem Niveau des alten unvulkanischen oder, vorsichtiger zu reden, nicht gehobenen Bodens. Die schöne Vegetation desselben, auf dem ein Heer von Salvien unter dem Schatten einer neuen Art der Fächerpalme (Corypha pumos) und einer neuen Eller-Art (Alnus Jorullensis) blühen, contrastirt mit dem öden, pflanzenleeren Anblick des Malpais. Die Vergleichung der Barometerstände†) des Punktes, wo die Hebung in den Playas anfängt, mit dem Punkte unmittelbar am Fuß des Vulkans giebt 444 Fuß relativer senkrechter Höhe. Das Haus, das wir bewohnten, stand ohngefähr nur 500 Toisen von dem Rande des Malpais ab. Es fand sich dort ein kleiner senkrechter Absturz von kaum 12 Fuß Höhe, von welchem die heiß gewordenen Wasser des Baches (Rio de San Pedro) herabfallen. Was ich dort am Absturz von dem inneren Bau des Erdreichs untersuchen konnte, zeigte schwarze, horizontale Lettenschichten, mit Sand (Rapilli) gemengt. An anderen Punkten, die ich nicht gesehen, hat Burkart „an der senkrechten Begrenzung des erhobenen Bodens, wo dieser schwer zu ersteigen ist, einen lichtgrauen, wenig

*) Meine Barometer-Messungen geben für Mexico 1168 Toisen, Valladolid 1002', Patzcuaro 1130', Ario 994', Aguasarco 780', für die alte Ebene der Playas de Jorullo 404'; Humboldt, Observ. astron. Vol. I. p. 327 (Nivellement barométrique No. 367—370).

†) Ueber der Oberfläche des Meeres finde ich, wenn die alte Ebene der Playas 404 Toisen ist, für das Maximum der Convexität des Malpais 487', für den Rücken des großen Lavastromes 600', für den höchsten Kraterrand 667'; für den tiefsten Punkt des Kraters, an welchem wir das Barometer aufstellen konnten, 644'. Demnach ergaben sich für die Höhe des Gipfels vom Jorullo über der alten Ebene 263 Toisen oder 1578 F.

dichten (verwitterten) Basalt, mit vielen Körnern von Olivin" beobachtet.*) Dieser genaue und erfahrene Beobachter hat aber †) an Ort und Stelle, ganz wie ich, die Ansicht von einer durch elastische Dämpfe bewirkten, blasenförmigen Hebung der Erdoberfläche gefaßt: entgegengesetzt der Meinung berühmter Geognosten ‡), welche die Convexität, die ich durch unmittelbare Messung gefunden, allein dem stärkeren Lava-Erguß am Fuß des Vulkans zuschreiben.

Die vielen Tausende der kleinen Auswurfs-Kegel (eigentlich mehr rundlicher oder etwas verlängerter, backofen-artiger Form), welche die gehobene Fläche ziemlich gleichmäßig bedecken, sind im Mittel von 4 bis 9 Fuß Höhe. Sie sind fast allein auf der westlichen Seite des großen Vulkans emporgestiegen, da ohnedies der östliche Theil gegen den Cerro de Cuiche hin kaum $^1/_{25}$ des Areals der ganzen blasenförmigen Hebung der Playas ausmacht. Jeder der vielen Hornitos ist aus verwitterten Basaltkugeln zusammengesetzt, mit concentrisch schalig abgesonderten Stücken; ich konnte oft 24 bis 28 solcher Schalen zählen. Die Kugeln sind etwas sphäroidisch abgeplattet, und haben meist 15—18 Zoll im Durchmesser; variiren aber auch von 1 bis 3 Fuß. Die schwarze Basaltmasse ist von heißen Dämpfen durchdrungen und erdig aufgelöst; doch der Kern ist dichter: während die Schalen, wenn man sie ablöst, gelbe Flecken oxydirten Eisens zeigen. Auch die weiche Lettenmasse, welche die Kugeln verbindet, ist, sonderbar genug, in gekrümmte Lamellen getheilt, die sich durch alle Zwischenräume der Kugeln durchwinden. Ich habe mich bei dem ersten Anblick befragt, ob das Ganze statt verwitterter, sparsam olivinhaltiger Basaltkugeln nicht vielleicht in der Ausbildung begriffene, aber gestörte Massen darböte. Es spricht dagegen die Analogie der wirklichen, mit Thon- und Mergelgeschichten gemengten Kugelbasalt-Hügel, welche oft von sehr kleinen Dimensionen im böhmischen Mittelgebirge, theils isolirt, theils lange Basaltrücken an beiden Extremen krönend, gefunden werden. Einige der Hornitos sind so aufgelöst oder haben so große innere Höhlungen, daß Maulthiere, wenn man sie zwingt, die Vorderfüße auf die flächeren zu setzen, tief einsinken: wogegen bei ähnlichen Versuchen, die ich machte, die Hügel, welche die Termiten aufbauen, widerstanden.

In der Basaltmasse der Hornitos habe ich keine Schlacken oder Fragmente älterer durchbrochener Gebirgsarten, wie in den Laven des großen Jorullo, eingebacken gefunden. Was die Benennung Hornos oder Hornitos besonders rechtfertigt, ist der Umstand, daß in jedem derselben (ich rede von der Epoche, wo ich die Playas de Jorullo durchwanderte und mein Journal niederschrieb, 18. Sept. 1803) die Rauchsäulen nicht aus dem Gipfel, sondern seitwärts ausbrechen. Im Jahr 1780 konnte man noch Cigarren anzünden, wenn man sie, an einen Stab befestigt, 2 bis 3 Zoll tief eingrub; in einigen Gegenden war damals durch die Nähe der Hornitos die Luft so erhitzt, daß man Umwege machen mußte, um das Ziel, das man sich vorgesetzt, zu erreichen. Ich fand trotz der Erkaltung, welche nach dem allgemeinen Zeugniß der Indianer die Gegend seit 20 Jahren erlitten hatte, in den Spalten der Hornitos meist 93° und 95° Cent.; zwanzig Fuß von einigen Hügeln hatte die umgebende Luft, da, wo keine Dämpfe mich berührten, noch eine Temperatur von 42°,5 und 46°,8, wenn die eigentliche Luft-Temperatur der Playas zu derselben Stunde kaum 29°

*) Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825—1834 Bd. I. (1836) S. 227.

†) A. a. O. Bd. I. S. 227 und 230.

‡) Poulet Scrope, Considerations on Volcanos p. 267; Sir Charles Lyell, Principles of Geology 1823 pag. 429; Manual of Geology 1855 pag. 580; Daubeny on Volcanos p. 337. Vergl. auch on the elevation-hypothesis Dana, Geology in der United States Exploring Expedition Vol. X. p. 369. Constant Prevoſt in den Comptes rendus T. 41 (1855) p. 866—876 und 918—923: sur les éruptions et le drapeau de l'infallibilité, — Vergl. auch über den Jorullo Carl Pieſchel's lehrreiche Beſchreibung der Vulkane von Mexico, mit Erläuterungen von Dr. Rumprecht, in der Zeitſchrift für Allg. Erdkunde der geogr. Geſellſchaft zu Berlin Bd. VI. S. 490—517; und die eben erſchienenen pittoresken Anſichten in Pieſchel's Atlas der Vulkane der Republik Mexico 1856 Nr. 13, 14 und 15. Das königliche Muſeum zu Berlin besitzt in der Abtheilung der Kupferſtiche und Handzeichnungen eine herrliche und zahlreiche Sammlung von Ansichten der mexicaniſchen Vulkane (mehr als 40 Blätter), nach der Natur dargeſtellt von Moritz Rugendas. Von dem weſtlichſten aller mexicaniſchen Vulkane, dem von Colima, hat dieſer große Meiſter allein 15 ſchöne Abbildungen geliefert.

mer. Die schwach schwefelsauren Dämpfe entfärbten reagirende Papierstreifen, und erhoben sich einige Stunden nach Sonnen-Aufgang sichtbar bis 60 Fuß Höhe. An einem frühen, kühlen Morgen ist der Anblick der Rauchsäulen am merkwürdigsten. Gegen Mittag, ja schon nach 11 Uhr, sind sie ganz erniedrigt und nur in der Nähe sichtbar. Im Inneren von mehreren der Hornitos hörten wir Geräusch wie Sturz von Wasser. Die kleinen basaltischen Backöfen sind, wie schon oben bemerkt worden ist, leicht zerstörbare Gebäude. Als Burkart, 24 Jahre nach mir, das Malpais besuchte, fand er keinen der Hornitos mehr rauchend; ihre Temperatur war bei den meisten die der umgebenden Luft, und viele hatten alle Regelmäßigkeit der Gestalt durch Regengüsse und meteorische Einflüsse verloren. Dem Hauptvulkan nahe fand Burkart kleine Kegel, die aus einem braunrothen Conglomerate von abgerundeten oder eckigen Lavastücken zusammengesetzt waren und nur locker zusammenhingen. Mitten in dem erhobenen, von Hornitos bedeckten Areal sieht man noch ein Ueberbleibsel der alten Erhöhung, an welche die Gebäude der Meierei San Pedro angelehnt waren. Der Hügel, den ich auf meiner Karte angedeutet, bildet einen Rücken, welcher von Osten nach Westen gerichtet ist, und seine Erhaltung an dem Fuß des großen Vulkans erregt Erstaunen. Nur ein Theil ist mit dichtem Sande (gebrannten Rapilli) bedeckt. Die hervorstehende Basaltklippe, mit uralten Stämmen von Ficus indica und Psidium bewachsen, ist gewiß, wie die des Cerro del Mirador und der hohen Gebirgsmassen, welche die Ebene in Osten bogenförmig begrenzen, als der Catastrophe präexistirend zu betrachten.

Es bleibt mir übrig, die mächtige Spalte zu beschreiben, auf der in der allgemeinen Richtung von Süd-Süd-West nach Nord-Nord-Ost sechs an einander gereihte Vulkane sich erhoben haben. Die partielle Richtung der ersten drei, mehr südlichen und niedrigeren ist SW—NO; die der folgenden drei fast S—N. Die Gangspalte ist also gekrümmt gewesen, und hat ihr Streichen ein wenig verändert, in der Total-Länge von 1700 Toisen. Die hier bezeichnete Richtung der gereihten, aber sich nicht berührenden Berge ist allerdings fast rechtwinklig mit der Linie, auf welcher nach meiner Bemerkung die mexicanischen Vulkane von Meer zu Meer auf einander folgen. Diese Differenz nimmt aber weniger Wunder, wenn man bedenkt, daß man ein großes geognostisches Phänomen (die Beziehung der Hauptmassen gegen einander queer durch einen Continent) nicht mit den Localverhältnissen der Orientation im Inneren einer einzelnen Gruppe verwechseln darf. Der lange Rücken des großen Vulkans von Pichincha hat auch nicht die Richtung der Vulkan-Reihe von Quito; und in unvulkanischen Ketten, z. B. im Himalaya, liegen, worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe, die Culminationspunkte oft fern von der allgemeinen Erhebungs-Linie der Kette. Sie liegen auf partiellen Schneerücken, die selbst fast einen rechten Winkel mit jener allgemeinen Erhebungs-Linie bilden.

Von den sechs über der genannten Spalte aufgestiegenen vulkanischen Hügeln scheinen die ersteren drei, die südlicheren, zwischen denen der Weg nach den Kupfergruben von Inguaran durchgeht, in ihrem jetzigen Zustande die unwichtigsten. Sie sind nicht mehr geöffnet, und ganz mit graulich weißem vulkanischen Sande bedeckt, der aber nicht aus Bimsstein besteht; denn von Bimsstein und Obsidian habe ich in dieser Gegend nichts gesehen. Auch am Jorullo scheint, wie nach der Behauptung Leopolds von Buch und Monticelli's am Vesuv, der letzte überdeckende Aschenfall der weiße gewesen zu sein. Der vierte, nördliche Berg ist der große und eigentliche Vulkan von Jorullo, dessen Spitze ich, trotz seiner geringen Höhe (667 Toisen über der Meeresfläche, 180 Toisen über dem Malpais am Fuße des Vulkans und 263 Toisen über dem alten Boden der Playas), nicht ohne Mühseligkeit am 19. September 1803 mit Bonpland und Carlos Montufar erreicht habe. Wir glaubten am sichersten in den, damals noch mit heißen Schwefeldämpfen gefüllten Krater zu gelangen, wenn wir den schroffen Rücken des mächtigen Lavastroms erstiegen, welcher aus dem Gipfel selbst ausgebrochen ist. Der Weg ging über eine krause, schlackige, rau-

oder vielmehr blumenkohlartig aufgeſchwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metalliſchen Glanz, andere ſind baſaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns ſo in 667 Fuß ſenkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavaſtroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aſchenkegel, an dem wegen ſeiner großen Steilheit man fürchten mußte, bei dem häufigen und beſchleunigten Herabrutſchen durch den Stoß an die zackige Lava ſchmerzhaft verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an deſſen ſüdweſtlichem Theile wir die Inſtrumente aufſtellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgeſtumpften Kegels. An einer offenen Kluft ſtrömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir ſtanden nun 140 Fuß ſenkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefſte Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, ſchien auch nur noch einmal ſo tief zu ſein. Der geognoſtiſche Fund, welcher uns am meiſten intereſſirte, war die Entdeckung mehrerer in die ſchwarz-baſaltiſche Lava eingebackener, ſcharfbegrenzter weißer, feldſpathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmeſſer. Ich hielt dieſelben zuerſt*) für Syenit; aber zufolge der genauen Unterſuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Guſtav Roſe gehören ſie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen ſehen. „Der Einſchluß iſt ein Gemenge von Quarz und Feldſpath. Die ſchwarzgrünen Flecken ſcheinen, mit etwas Feldſpath zuſammengeſchmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu ſein. Das eingebackene weiße Bruchſtück iſt durch vulkaniſche Hitze geſpalten, und in dem Riſſe laufen weiße, zahnförmige, geſchmolzene Fäden von einem Rande zum anderen.“

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der ſchlackige Lavaberg, den er ausgeſpieen in der Richtung der alten Baſalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch dieſe Hügel waren anfangs ſehr wirkſam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußerſten Aſchenberg el Volcancito. Eine nach Weſten geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerſtörten Kraters. Der große Vulkan ſcheint, wie der Epomeo auf Iſchia, nur einmal einmal einen mächtigen Lavaſtrom ergoſſen zu haben. Daß ſeine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des erſten Ausbruchs hinaus gedauert habe, iſt nicht hiſtoriſch erwieſen; denn der ſeltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Anſogorri, kaum zwanzig Tage nach dem erſten Ausbruch geſchrieben, handelt faſt allein von den Mitteln „Paſtoral-Einrichtungen für die beſſere Seelſorge der vor der Cataſtrophe geflohenen und zerſtreuten Landleute“ zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage ſehr allgemein von Feuern ſpricht, die eine ſo große Fläche bedeckten, ſo iſt allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des Malpais ſelbſt, in welchem die

*) “Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguleux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de veritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe (*Porphyrschiefer*) du *Biliner Stein* en Bohême.” Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und [illegible]. Auch Burkart (Aufenthalt und Reiſen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der ſchwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umſchloſſen: „Blöcke eines ungeänderten Syenits. Hornblende iſt nur ſelten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumſtößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerherdes des Vulkans von Jorullo ſich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) ſüdlicher auf dem linken Ufer des der Südſee zufließenden Rio de las Balsas ſich in bedeutender Ausdehnung zeigt.“ Auf Lipari bei Caneto haben Delomieu und 1832 der vortreffliche Geognoſt Friedrich Hoffmann ſogar in beiden Obſidian-Maſſen eingeſchloſſene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldſpath, ſchwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (Poggendorff's Annalen der Phyſik Bd. 24. S. 49.)

Hornitos erſchienen ſind, gleichzeitig entzündet waren. Die Wärmegrade der umgebenden Luft, die ich ſelbſt noch gemeſſen, laſſen auf die Hitze ſchließen, welche 43 Jahre früher dort geherrſcht hat; ſie mahnen an den urweltlichen Zuſtand unſeres Planeten, in dem die Temperatur ſeiner Lufthülle und mit dieſer die Vertheilung des organiſchen Lebens, bei thermiſcher Einwirkung des Inneren mittelſt tiefer Klüfte (unter jeglicher Breite und in langen Zeitperioden), modificirt werden konnte.

Man hat, ſeitdem ich die Hornitos, welche den Vulkan von Jorullo umgeben, beſchrieben habe, manche analoge Gerüſte in verſchiedenen Weltgegenden mit dieſen backofen-ähnlichen kleinen Hügeln verglichen. Mir ſcheinen die mexicaniſchen, ihrer inneren Zuſammenſetzung nach, bisher noch ſehr contraſtirend und iſolirt dazuſtehen. Will man Auswurfs-Kegel alle Erhebungen nennen, welche Dämpfe ausſtoßen, ſo verdienen die Hornitos allerdings die Benennung von Fumarolen. Die Benennung Auswurfs-Kegel würde aber zu der irrigen Meinung leiten, als ſeien Spuren vorhanden, daß die Hornitos je Schlacken ausgeworfen oder gar, wie viele Auswurfs-Kegel, Lava ergoſſen haben. Ganz verſchieden z. B. ſind, um an ein größeres Phänomen zu erinnern, in Kleinaſien, auf der vormaligen Grenze von Myſien und Phrygien, in dem alten Brandlande (Katakekaumene), „in welchem es ſich (wegen der Erdbeben) gefahrvoll wohnt“, die drei Schlünde, die Strabo φύσαι, Blaſebälge, nennt, und die der verdienſtvolle Reiſende William Hamilton wieder aufgefunden hat.*) Auswurfs-Kegel, wie ſie die Inſel Lancerote bei Tinguaton, oder Unter-Italien, oder (von kaum zwanzig Fuß Höhe) der Abhang des großen kamtſchadaliſchen Vulkans Awatſcha †) zeigen, den mein Freund und ſibiriſcher Reiſegefährte, Ernſt Hofmann, im Juli 1824 erſtiegen; beſtehen aus Schlacken und Aſche, die einen kleinen Krater, welcher ſie ausgeſtoßen hat und von ihnen wieder verſchüttet worden iſt, umgeben. An den Hornitos iſt nichts krater-ähnliches zu ſehen; und ſie beſtehn, was ein wichtiger Charakter iſt, aus bloßen Baſaltkugeln mit ſchalig abgeſonderten Stücken, ohne Einmiſchung loſer eckiger Schlacken. Am Fuß des Veſuvs, bei dem mächtigen Ausbruch von 1794 (wie auch in früheren Epochen), bildeten ſich, auf einer Längenſpalte gereiht, 8 verſchiedene kleine Eruptions-Krater, bocche nuove, die ſogenannten paraſitiſchen Ausbruchs-Kegel, lava-ergießend und ſchon dadurch den Jorullo-Hornitos gänzlich entfremdet. „Ihre Hornitos“, ſchrieb mir Leopold von Buch, „ſind nicht durch Auswürflinge aufgehäufte Kegel; ſie ſind unmittelbar aus dem Erd-Inneren gehoben.“ Die Entſtehung des Vulkans von Jorullo ſelbſt wurde von dieſem großen Geologen mit der des Monte nuovo in den phlegräiſchen Feldern verglichen. Dieſelbe Anſicht der Erhebung von 6 vulkaniſchen Bergen auf einer Längenſpalte hat ſich (ſ. oben S. 798—799) dem Oberſt Riano und dem Berg-Commiſſar Fiſcher 1789, mir bei dem erſten Anblick 1803, Herrn Burkart 1827 als die wahrſcheinlichere aufgedrängt. Bei beiden neuen Bergen, entſtanden 1538 und 1759, wiederholen ſich dieſelben Fragen. Ueber den ſüd-italieniſchen ſind die Zeugniſſe von Falconi, Pietro Giacomo di Toledo, Franceſco del Nero und Porzio umſtändlicher, der Zeit der Cataſtrophe nahe und von gebildeteren Beobachtern abgefaßt. Eines dieſer Zeugniſſe, das gelehrteſte des berühmten Porzio, ſagt: “Magnus terrae tractus, qui inter radices montis, quem Barbarum incolae appellant, et mare juxta Avernum jacet, sese *erigere videbatur* et montis

*) Strabo lib. XIII. p. 579 und 628; Hamilton, Researches in Asia minor Vol. II. chapt. 39. Der weſtlichſte der 3 Kegel, jetzt Kara Devlit genannt, iſt 500 Fuß über der Ebene erhaben und hat einen großen Lavaſtrom gegen Koula hin ergoſſen. Ueber 30 kleine Kegel zählte Hamilton in der Nähe. Die drei Schlünde (βόθροι und φύσαι des Strabo) ſind Krater, welche auf coniſchen, aus Schlacken und Laven zuſammengeſetzten Bergen liegen.

†) Erman, Reiſe um die Erde Bd. III. S. 538; Kosmos 4. Buch S. 765. Poſtels (Voyage autour du monde par le Cap. Lutké. partie hist. T. III. p. 76) und Leopold von Buch (Description physique des Iles Canaries p. 448) erwähnen der Aehnlichkeit mit den Hornitos von Jorullo. Erman beſchreibt in einem mir gütigſt mitgetheilten Manuſcripte eine große Zahl abgeſtumpfter Schlackenkegel in dem ungeheuren Lavafelde öſtlich von den Baidaren-Bergen auf der Halbinſel Kamtſchatka.

subito nascentis figuram imitari. Iste terrae cumulus aperto veluti ore magnos ignes evomuit, pumicesque et lapides, cineresque." *)

Von der hier vervollständigten geognostischen Beschreibung des Vulkans von Jorullo gehen wir zu den östlicheren Theilen von Mittel-Mexico (Anahuac) über. Nicht zu verkennende Lavaströme, von meist basaltartiger Grundmasse, hat der Pic von Orizaba aus den neuesten, interessanten Forschungen von Pieschel (März 1854)†) und H. de Saussure ergossen. Die Gebirgsart des Pic von Orizaba, wie die des von mir erstiegenen großen Vulkans von Toluca,‡) ist aus Hornblende, Oligoklas und etwas Obsidian zusammengesetzt: während die Grundmasse des Popocatepetl ein Chimberazo-Gestein ist, zusammengesetzt aus sehr kleinen Krystallen von Oligoklas und Augit. An dem Fuß des östlichen Abhanges des Popocatepetl, westlich von der Stadt la Puebla de los Angeles, habe ich in dem Llano de Tetimpa, wo ich die Base zu den Höhen-Bestimmungen der beiden großen, das Thal von Mexico begrenzenden Nevados (Popocatepetl und Iztaccihuatl) gemessen, siebentausend Fuß über dem Meere ein weites und räthselhaftes Lavafeld aufgefunden. Es heißt das Malpais (rauhe Trümmerfeld) von Atlachayacatl, einer niedrigen Trachytkruppe, an deren Abhange der Rio Atlaco entspringt; und erstreckt sich, 60 bis 80 Fuß über die angrenzende Ebene prallig erhoben, von Osten nach Westen, also rechtwinklig den Vulkanen zulaufend. Von dem indianischen Dorfe San Nicolas de los Ranchos bis nach San Buenaventura schätzte ich die Länge des Malpais über 18000, seine Breite 6000 Fuß. Es sind schwarze, theilweise aufgerichtete Lavaschollen von grausig wildem Ansehen, nur sparsam hier und da mit Lichenen überzogen: contrastirend mit der gelblich weißen Bimsstein-Decke, die weit umher alles überzieht. Letztere besteht hier aus grobfaserigen Fragmenten von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, in denen bisweilen Hornblende-Krystalle liegen. Dieser gröbere Bimsstein-Sand ist von dem sehr feinkörnigen verschieden, welcher an dem Vulkan Popocatepetl, nahe am Fels el Frayle und an der ewigen Schneegrenze, das Bergbesteigen so gefährlich macht, weil, wenn er an steilen Abhängen sich in Bewegung setzt, die herabrollende Sandmasse alles überschüttend zu vergraben droht. Ob dieses Lava-Trümmerfeld (im Spanischen Mailpais, in Sicilien Scierra viva, in Island Odaada-Hraun) alten, über einander gelagerten Seiten-Ausbrüchen des Popocatepetl angehört oder dem etwas abgerundeten Kegelberg Tetlijolo (Cerro del Corazon de Piedra), kann ich nicht entscheiden. Geognostisch merkwürdig ist noch, daß östlicher, auf dem Wege nach der kleinen Festung Perote, dem alt-aztekischen Pinahuizapan, sich zwischen Ojo de Agua, Venta de Soto und el Portachuelo die vulkanische Formation von grobfaserigem, weißem, zerbröckelndem Perlstein‖) neben einem, wahrscheinlich tertiären Kalkstein (Marmol de la Puebla) erhebt. Dieser Perlstein ist dem der conischen Hügel von Zinapecuaro (zwischen Mexico und Valladolid) sehr ähnlich; und enthält, außer Glimmer-Blättchen und Knollen von eingewachsenem Obsidian, auch eine glasige, bläulich-graue, zuweilen rothe, japis-artige Streifung. Das weite Perlstein-Gebiet ist hier mit feinkörnigem Sande verwitterten Perlsteins bedeckt, welchen man auf den ersten Anblick für Granitsand halten könnte und welcher, trotz seiner Entstehungs-Verwandtschaft, doch von dem eigentlichen, graulich weißen Bimsstein-Sande leicht zu unterscheiden ist. Letzterer ge-

*) Porzio, Opera omnia, med., phil. et mathem. in unum collecta 1736: nach Dufrénoy, Mémoires pour servir à une description géologique de la France T. IV. p. 274. Sehr vollständig und mit lobenswerther Unparteilichkeit sind alle genetischen Fragen behandelt in der 9ten Auflage von Sir Charles Lyell's Principles of Geology 1853 p. 369. Schon Bouguer (Figure de la Terre 1749 p. LXVI) war der Idee der Erhebung des Vulkans von Pichincha nicht abgeneigt: "il n'est pas impossible que le rocher, qui est brûlé et noir, ait été soulevé par l'action du feu souterrain"; vergl. auch p. XCL.

†) Zeitschrift für Allgemeine Erdkunde Bd. IV. S. 398.

‡) Zu der sicheren Bestimmung der Mineralien, aus welchen die mexicanischen Vulkane zusammengesetzt sind, haben ältere und neuere Sammlungen von mir und Pieschel verglichen werden können.

‡) Der schöne Marmor von la Puebla kommt aus den Brüchen von Tecali, Totomehuacan und Portachuelo: südlich von dem hohen Trachyt-Gebirge el Pizarro. Auch nahe bei der Treppen-Pyramide von Cholula, an dem Wege nach la Puebla, habe ich Kalkstein zu Tage kommen sehen.

hört mehr der näheren Umgegend von Perote an, dem siebentausend Fuß hohen Plateau zwischen den zwei vulkanischen, Nord-Süd streichenden Ketten des Popocatepetl und des Orizaba.

Wenn man auf dem Wege von Mexico nach Veracruz von den Höhen des quarzlosen, trachytartigen Porphyrs der Vigas gegen Canoas und Jalapa anfängt herabzusteigen, überschreitet man wieder zweimal Trümmerfelder von schlackiger Lava: das erste Mal zwischen der Station Parage de Carros und Canoas oder Tochtlacuaya, das zweite Mal zwischen Canoas und der Station Casas de la Hoya. Der erste Punkt wird wegen der vielen aufgerichteten, basaltischen, olivinreichen Lavaschollen Loma de Tablas; der zweite schlechthin el Malpais genannt. Ein kleiner Rücken desselben trachytartigen Porphyrs, voll glasigen Feldspaths, welcher bei la Cruz blanca und Rio frio (am westlichen Abfall der Höhe von las Vigas) dem Arenal (den Perlstein-Sandfeldern) gegen Osten eine Grenze setzt, trennt die eben genannten beiden Zweige des Trümmerfeldes, die Loma de Tablas und das, um vieles breitere Malpais. Die der Gegend Kundigen unter dem Landvolke behaupten, daß der Schlacken-Streifen sich gegen Süd-Süd-West, also gegen den Cofre de Perote hin, verlängere. Da ich den Cofre selbst bestiegen und viele Messungen an ihm vorgenommen *) habe, so bin ich wenig geneigt gewesen, aus einer, allerdings sehr wahrscheinlichen Verlängerung des Lavastromes (als ein solcher ist er in

*) Der Cofre de Perote steht, in Südost des Fuerte oder Castillo de Perote, nahe dem östlichen Abfall der großen Hochebene von Mexico, fast isolirt da; seiner großen Masse nach ist er aber doch einem wichtigen Höhenzug angehörig, welcher sich, den Rand des Abfalls bildend, schon von Cruz blanca und Rio frio gegen las Vigas (lat. 19° 37′ 37″), über den Coffer von Perote (lat. 19° 28′ 57″, long. 99° 28′ 39″), westlich von Tlaschimalco und Achilchotla, nach dem Pic von Orizaba (lat. 19° 2′ 17″, long. 99° 35′ 15″) in der Richtung von Norden nach Süden erstreckt: parallel der Kette (Popocatepetl—Itzaccihuatl), welche das Kesselthal der mexicanischen Seen von der Ebene von la Puebla trennt. (Für die Fundamente dieser Bestimmungen s. mein Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 529—532 und 547, sowie Analyse de l'Atlas du Mexique oder Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. p. 55—60.) Da der Cofre sich in einem viele Meilen breiten Bimssteins-Felde schroff erhoben hat, so hat es mir bei der winterlichen Besteigung (das Thermometer sank auf dem Gipfel, den 7. Febr. 1804, bis 2° unter den Gefrierpunkt) überaus interessant geschienen, daß die Bimsstein-Bedeckung, deren Dicke und Höhe ich an mehreren Punkten barometrisch beim Hinauf- und Herabsteigen maß, sich über 732 Fuß erhebt. Die untere Grenze des Bimssteins in der Ebene zwischen Perote und Rio Frio ist 1187 Toisen über dem Meeresspiegel, die obere Grenze am nördlichen Abhange des Cofre 1309 Toisen; von da an durch den Pinahuast, das Alto de los Caxones (1954), wo ich die Breite durch Culmination der Sonne bestimmen konnte, bis zum Gipfel selbst war keine Spur von Bimsstein zu sehen. Bei Erhebung des Berges ist ein Theil der Bimsstein-Decke des großen Arenal, das vielleicht durch Wasser schichtweise geebnet worden ist, mit emporgerissen worden. Ich habe an Ort und Stelle in mein Journal (Febr. 1804) eine Zeichnung dieses Bimsstein-Gürtels eingetragen. Es ist dieselbe wichtige Erscheinung, welche im Jahr 1834 am Vesuv von Leopold von Buch beschrieben wurde; wo söhlige Bimssteintuff-Schichten durch das Aufsteigen des Vulkans, freilich zu größerer Höhe, achtzehnbis neunzehnhundert Fuß gegen die Einsiedelei des Salvatore hin gelangten (Poggendorff's Annalen Bd. 37. S. 175—179). Die Oberfläche des dioritartigen Trachyt-Gesteins am Cofre war da, wo ich den höchsten Bimsstein fand, nicht durch Schnee der Beobachtung entzogen. Die Grenze des ewigen Schnees liegt in Mexiko unter der Breite von 19° und 19½ erst in der mittleren Höhe von 2310ᵗ; und der Gipfel des Cofre erreicht bis zum Fuß des kleinen haus-artigen Würfelfelsens, wo ich die Instrumente aufstellte, 2098ᵗ oder 12588 Fuß über dem Meere. Nach Höhenwinkeln ist der Würfelfels 21ᵗ oder 126 Fuß hoch; also ist die Total-Höhe, zu der man wegen der senkrechten Felswand nicht gelangen kann, 12714 Fuß über dem Meere. Ich fand nur einzelne Flecke sporadisch gefallenen Schnees, deren untere Grenze 11400 Fuß war: ohngefähr siebenbis achthundert Fuß früher als die obere Waldgrenze in schönen Tannenbäumen: Pinus occidentalis, gemengt mit Cupressus sabinoides und Arbutus Madrona. Die Eiche, Quercus xalapensis, hatte uns nur bis 9700 Fuß absoluter Höhe begleitet. (Humboldt, Nivellement barométr. des Cordillères Nr. 414 bis 429.) Der Name Nauhcampatepetl, welchen der Berg in der mexicanischen Sprache führt, ist von seiner eigenthümlichen Gestalt hergenommen, die auch die Spanier veranlaßte ihm den Namen Cofre zu geben. Er bedeutet: viereckiger Berg; denn nauhcampa, von dem Zahlwort nahui 4 gebildet, heißt zwar als Adv. von vier Seiten, aber als Adj. (obgleich die Wörterbücher dies nicht angeben) wohl ohne Zweifel viereckig oder vierseitig, wie diese Bedeutung der Verbindung nauhcampa ixquich beigelegt wird. Ein des Landes sehr kundiger Beobachter, Hr. Pieschel, vermuthet das Dasein einer alten Krater-Oeffnung am östlichen Abhange des Coffers von Perote (Zeitschr. für Allg. Erdkunde, herausg. von Gumprecht, Bd. V. S. 125). Die Ansicht des Cofre, welche ich in meinen Vues des Cordillères auf Pl. XXXIV gegeben, habe ich in der Nähe des Castells San Carlos de Perote, in einer Entfernung von ohngefähr 2 Meilen, entworfen. Der alt-aztekische Name von Perote war Pinahuizayan und bedeutet (nach Buschmann): an dem Wasser der (für ein böses Wahrzeichen gehaltenen und zu abergläubischer Zeichendeutung gebrauchten) Käferart pinahuiztli (vergl. Sahagun, historia gen. de las cosas de Nueva Espana T. II. 1829 p. 10—11): ein Name, welcher von pinahua, sich schämen, abgeleitet wird. Von demselben Verbum stammt der obige Ortsname Pinahuast (pinahuaztli) aus dieser Gegend; so wie der Name einer Staude (Mimosacea?) pinahuihuiztli, von Hernandez herba verecunda übersetzt, deren Blätter bei der Berührung herabfallen.

meinen Profilen tab. 9 und 11, wie in dem Nivellement barométrique bezeichnet) zu folgern, daß derselbe jenem, so sonderbar gestalteten Berge selbst entflossen sei. Der Cofre de Peroto, zwar an 1300 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, aber unbedeutend in Vergleich mit den Colossen Popocatepetl und Orizaba, bildet wie Pichincha einen langen Felsrücken, auf dessen südlichem Ende der kleine Fels-Cubus (la Pena) steht, dessen Form zu der alt-aztekischen Benennung Nauhcampatepetl Anlaß gegeben hat. Der Berg hat mir bei der Besteigung keine Spur von einem eingestürzten Krater, oder von Ausbruch-Mündungen an seinen Abhängen; keine Schlackenmassen, keine ihm gehörige Obsidian, Perlstein oder Bimssteine gezeigt. Das schwärzlich-graue Gestein ist sehr einförmig aus vieler Hornblende und einer Feldspath-Art zusammengesetzt, welche nicht glasiger Feldspath (Sanidin), sondern Oligoklas ist: was dann die ganze Gebirgsart, welche nicht porös ist, zu einem diorit-artigen Trachyte stempeln würde. Ich schildere die Eindrücke, die ich empfangen. Ist das grausige, schwarze Trümmerfeld (Malpais), bei dem ich hier absichtlich verweile, um der allzu einseitigen Betrachtung vulkanischer Kraftäußerungen aus dem Inneren entgegenzuarbeiten, auch nicht dem Cofre de Perote selbst an einer Seiten-Oeffnung entflossen; so kann doch die Erhebung dieses isolirten, 12714 Fuß hohen Berges die Veranlassung zu der Entstehung der Loma de Tablas gewesen sein. Es können bei einer solchen Erhebung weit umher durch Faltung des Bodens Längenspalten und Spaltengewebe entstanden sein, aus denen unmittelbar geschmolzene Massen ohne Bildung eigener Berggerüste (geöffneter Kegel oder Erhebungs-Krater) sich bald als dichte Massen, bald als schlackige Lava ergossen haben. Sucht man nicht vergebens in den großen Gebirgen von Basalt und Porphyrschiefer nach Centralpunkten (Kraterbergen) oder niedrigeren, umwallten, kreisförmigen Schlünden, denen man ihre gemeinsame Erscheinung zuschreiben könnte? Die sorgfältigste Trennung dessen, was in den Erscheinungen genetisch verschieden ist: formbildend in Kegelbergen mit offen gebliebenen Gipfel-Kratern und Seiten-Oeffnungen; oder in umwallten Erhebungs-Kratern und Maaren; oder theils aufgestiegen als geschlossene Glockenberge oder geöffnete Kegel, theils ergossen aus zusammenscharenden Spalten: ist ein Gewinn für die Wissenschaft. Sie ist es schon deshalb, weil die Mannigfaltigkeit der Ansichten, welche ein erweiterter Horizont der Beobachtung nothwendig hervorruft, die streng kritische Vergleichung des Seienden mit dem, wovon man vorgiebt, daß es die einzige Form der Entstehung sei, am kräftigsten zur Untersuchung anregt. Ist doch auf europäischem Boden selbst, auf der, an heißen Quellen reichen Insel Euböa, zu historischen Zeiten in der großen Ebene von Lelanten (fern von allen Bergen) aus einer Spalte ein mächtiger Lavastrom ergossen worden. *)

In der auf die mexicanische gegen Süden zunächst folgenden Vulkan-Gruppe von Central-Amerika, wo 18 Kegel- und Glockenberge als jetzt noch entzündet betrachtet werden können, sind 4 (Nindiri, el Nuevo, Consguina und San Miguel de Bosotlan) als Lavaströme gebend erkannt worden. †) Die Berge der dritten Vulkan-Gruppe, der von Popayan und Quito, stehen bereits seit mehr als einem Jahrhundert in dem Rufe, keine Lavaströme, sondern nur unzusammenhangende, aus dem allerniedrigen Gipfel-Krater ausgestoßene, oft reihenartig herabrollende, glühende Schlackenmassen zu geben. Dies war schon die Meinung ‡) von La Condamine, als er im Frühjahr 1743

*) Strabo lib. I. p. 58, lib. VI. p. 269 Casaub.; Kosmos 1. Buch S. 123—124 und 4. Buch S. 754.

†) Kosmos 4. Buch S. 780.

‡) "Je n'ai point connu", sagt La Condamine, "la matière de la lave en Amérique, quoique nous ayons, Mr Bouguer et moi, campé des semaines et des mois entiers sur les volcans, et nommément sur ceux de Pichincha, de Cotopaxi et de Chimborazo. Je n'ai vu sur ces montagnes que des vestiges de calcination sans liquéfaction. Cependant l'espèce de crystal noirâtre appelé vulgairement au Pérou *Piedra de Gallinaço* (Obsidienne), dont j'ai rapporté plusieurs morceaux et dont on voit une bouteille pleine de sept à huit pouces de diamètre au Cabinet du Jardin du Roi, n'est autre chose qu'un verre formé par les volcans. La matière du torrent de feu qui découle continuellement de celui de Sangai dans la province de Macas, au sud-est de Quito, est sans doute une lave; mais nous n'avons vu cette montagne que de loin, et je n'étois plus à Quito dans le tems des dernières éruptions du volcan de Cotopaxi, lorsque sur ses flancs il s'ouvrit des cavernes

das Hochland von Quito und Cuenca verließ. Er hatte vierzehn Jahre ſpäter, da er von einer Beſteigung des Veſus (4. Juni 1755) zurückkehrte, bei welcher er die Schweſter Friedrichs des Großen, die Markgräfin von Baireuth, begleitete, Gelegenheit, ſich in einer akademiſchen Sitzung über den Mangel von eigentlichen Lavaſtrömen (laves coulées par torrens de matères liquefiées) aus den Vulkanen von Quito lebhaft zu äußern. Das in der Sitzung vom 20. April 1757 geleſene Journal d'un Voyage en Italie erſchien erſt 1762 in den Memoires der Pariſer Akademie, und iſt für die Geſchichte der Erkennung alter ausgebrannter Vulkane in Frankreich auch darum geognoſtiſch von einiger Wichtigkeit, weil La Condamine in demſelben Tagebuche mit dem ihm eigenen Scharfſinn, ohne von Guettard's, allerdings früheren Behauptungen etwas zu wiſſen*), ſich ſehr beſtimmt über die Exiſtenz alter Kraterſeen und ausgebrannter Vulkane im mittleren und nördlichen Italien wie im ſüdlichen Frankreich ausſpricht.

Eben dieſer auffallende Contraſt zwiſchen den ſo früh erkannten, ſchmalen und unbezweifelten Lavaſtrömen der Auvergne und der, oft nur dazu abſolut behaupteten Abweſenheit jedes Lava-Erguſſes in den Cordilleren hat mich während der ganzen Dauer meiner Expedition ernſthaft beſchäftigt. Alle meine Tagebücher ſind voll von Betrachtungen über dieſes Problem, deſſen Löſung ich lange in der abſoluten Höhe der Gipfel und in der Mächtigkeit der Umwallung, d. i. der Einſenkung, trachytiſcher Kegelberge in acht- bis neuntauſend Fuß hohen Bergebenen von großer Breiter geſucht habe. Wir wiſſen aber jetzt, daß ein 16000 Fuß hoher, Schlacken auswerfender Vulkan von Quito, der von Macas, ununterbrochen um vieles thätiger iſt als die niedrigen Vulkane Izalco und Stromboli; wir wiſſen, daß die öſtlichen Dom- und Kegelberge, Antiſana und Sangay, gegen die Ebene des Napo und Paſtaza: die weſtlichen, Pichincha, Iliniza und Chimborazo, gegen die Zuflüſſe des ſtillen Oceans hin freie Abhänge haben. Auch ummwallt ragt bei vielen der obere Theil noch acht- bis neuntauſend Fuß hoch über die Hochebene empor. Dazu ſind ja alle dieſe Höhen über der Meeresfläche, welche, wenn gleich nicht ganz mit Recht, als die mittlere Höhe der Erdoberflöche betrachtet wird, unbedeutend in Hinſicht auf die Tiefe, in welcher man den Sitz der vulkaniſchen Thätigkeit und die zur Schmelzung der Geſteinmaſſen nöthige Temperatur vermuthen kann.

Die einzigen ſchmäleren Lava-Ausbrüchen ähnlichen Erſcheinungen, die ich in den Cordilleras von Quito aufgefunden, ſind diejenigen, welche der Bergcoloß des Antiſana, deſſen Höhe ich durch eine trigonometriſche Meſſung auf 17952 Fuß (5833) beſtimmt habe, darbietet. Da die Geſtaltung hier die wichtigſten Criterien an die Hand giebt, ſo werde ich die ſyſtematiſche und den Begriff der Entſtehung zu eng beſchränkende Benennung Lava gleich anfangs vermeiden und mich nur ganz objectiv der Bezeichnungen von „Felstrümmern“ oder „Schuttwällen“ (traînés de masses volcaniques) bedienen. Das mächtige Gebirge des Antiſana bildet in 12625 Fuß Höhe eine faſt oval-

---

de soupiraux, d'où l'on vit sortir à flots des matières enflammées et liquides qui devoient être d'une nature semblable à la lave du Vésuve.“ (La Condamine, Journal de Voyage en Italie in den Mémoires de l'Académie des Sciences, Année 1757, p. 357; Histoire p. 12.) Beide Beiſpiele, beſonders das erſtere, ſind nicht glücklich gewählt. Der Sangay iſt erſt im December des Jahres 1849 von Sebaſtian Wiſſe wiſſenſchaftlich unterſucht worden; was La Condamine in einer Entfernung von 27 geographiſchen Meilen für herabfließende leuchtende Lava, ja für „einen Erguß brennenden Schwefels und Erdpechs“ hielt, ſind glühende Steine und Schlackenmaſſen, welche bisweilen, nahe an einander gedrängt, an dem ſteilen Abhange des Aſchenkegels herabgleiten (Kosmos 4. Buch S. 774). Am Cotopaxi habe ich nicht mehr als am Tungurahua, Chimborazo, Pichincha, oder an dem Puracé und Sotara bei Popayan etwas geſehen, was für ſchmale Lavaſtröme, dieſen Bergcoloſſen entfloſſen, gelten könnte. Die unzuſammenhangenden glühenden, oft obſidianhaltigen Maſſen von 5—6 Fuß Durchmeſſer, welche bei ſeinen Ausbrüchen der Cotopaxi hervorgeſchleudert hat, ſind, von Fluthen geſchmolzenen Schnees und Eiſes geſtoßen, bis weit in die Ebene gelangt, und bilden dort theilweiſe ſtrahlenförmig divergirende Reihen. Auch ſagt La Condamine an einem andern Orte (Journal du Voyage à l'Equateur p. 160) ſehr wahr: “Ces éclats de rocher, gros comme une chaumière d'Indien, forment des traînées de rayons qui partent du Volcan comme d'un centre commun.”

*) Guettard's Abhandlung über die ausgebrannten Vulkane wurde 1752, alſo drei Jahre vor La Condamine's Reiſe nach Italien, in der Akademie verleſen; aber erſt 1756, alſo während der italiäniſchen Reiſe des Aſtronomen, gedruckt.

förmige, in langem Durchmesser über 12500 Toisen weite Ebene, aus welcher inselförmig der mit ewigem Schnee bedeckte Theil des Vulkans aufsteigt. Der höchste Gipfel ist abgerundet und domförmig. Der Dom ist durch einen kurzen, zackigen Rücken mit einem gegen Norden vorliegenden, abgestumpften Kegel verbunden. In der, theils öden und sandigen, theils mit Gras bedeckten Hochebene (dem Aufenthalt einer sehr muthigen Stier-Race, welche wegen des geringen Luftdruckes leicht Blut aus Mund und Nasenlöchern ausstoßen, wenn sie zu großer Muskel-Anstrengung angeregt werden, liegen eine kleine Meierei (Hacienda), ein einzelnes Haus, in welchem wir bei einer Temperatur von 3°,7 bis 9° Cent. vier Tage zubrachten. Die große Ebene, keineswegs umwallt, mit Erhebungs-Kratern, trägt die Spuren eines alten Seebodens. Als Rest der alten Wasserbedeckung ist westlich von den Altos de la Moya die Laguna Mica zu betrachten. Am Rande der ewigen Schneegrenze entspringt der Rio Tinajillas, welcher später unter dem Namen Rio de Quixos ein Zufluß des Maspa, des Napo und des Amazonenflusses wird. Zwei Steinwälle: schmale, mauerförmige Erhöhungen, welche ich auf dem von mir aufgenommenen Situationsplane vom Antisana als coulées de laves bezeichnet habe, und welche die Eingeborenen Volcan de la Hacienda und Yana Volcan (yana bedeutet schwarz oder braun in der Oquechhua-Sprache) nennen; geben bandförmig aus von dem Fuß des Vulkans an dem untern Rande der ewigen Schneegrenze, vom südwestlichen und nördlichen Abhange, und erstrecken sich, wie es scheint, mit sehr mäßigem Gefälle, in der Richtung von NO—SW über 2000 Toisen weit in die Ebene hinein. Sie haben bei sehr geringer Breite wohl eine Höhe von 180 bis 200 Fuß über dem Boden der Llanos de la Hacienda, de Santa Lucia und del Cuvillan. Ihre Abhänge sind überall sehr schroff und steil, selbst an den Endpunkten. Sie bestehen in ihrem jetzigen Zustande aus schaligen, meist scharfkantigen Felstrümmern eines schwarzen basaltischen Gesteins, ohne Olivin und Hornblende, aber sparsam kleine weiße Feldspath-Krystalle enthaltend. Die Grundmasse hat oft einen pechsteinartigen Glanz und enthielt Obsidian eingemengt, welcher besonders in sehr großer Menge und noch deutlicher in der sogenannten Cueva de Antisena zu erkennen war, deren Höhe wir zu 14958 Fuß fanden. Es ist keine eigentliche Höhle, sondern ein Schutz, welchen den bergbesteigenden Viehhirten und also auch uns gegen einander gefallene und sich wechselseitig unterstützende Felsblöcke bei einem furchtbaren Hagelschauer gewährten. Die Cueva liegt etwas nördlich von dem Volcan de la Hacienda. In den beiden schmalen Steinwällen, die das Ansehen erkalteter Lavaströme haben, zeigen sich die Tafeln und Blöcke theils an den Rändern schlackig, ja schwammartig aufgetrieben; theils verwittert und mit erdigem Schutt vermengt.

Analoge, aber mehr zusammengesetzte Erscheinungen bietet ein anderes, ebenfalls bandartiges Steingerölle dar. Es liegen nämlich an dem östlichen Abfall des Antisana, wohl um 1200 Fuß senkrecht tiefer als die Ebene der Hacienda, in der Richtung nach Pinantura und Pintac hin, zwei kleine runde Seen, von denen der nördlichere Anfango, der südlichere Lechevacu heißt. Der erste hat einen Inselfels und wird, was sehr entscheidend ist, von Bimsstein-Gerölle umgeben. Jeder dieser Seen bezeichnet den Anfang eines Thales; beide Thäler vereinigen sich, und ihre erweiterte Fortsetzung führt den Namen Volcan de Ansango, weil von dem Rande beider Seen schmale Felstrümmer-Züge, ganz den zwei Steinwällen der Hochebene, die wir oben beschrieben haben, ähnlich, nicht etwa die Thäler ausfüllen, sondern sich in der Mitte derselben dammartig bis zu 200 und 250 Fuß Höhe erheben. Ein Blick, auf den Situationsplan geworfen, den ich in dem Atlas géographique et physique meiner amerikanischen Reise (Pl. 26) veröffentlicht, wird diese Verhältnisse verdeutlichen. Die Blöcke sind wieder theils scharfkantig, theils an den Rändern verschlackt, ja coakartig gebrannt. Es ist eine basaltartige, schwarze Grundmasse mit sparsam eingesprengtem glasigem Feldspath; einzelne Fragmente sind schwarzbraun und von mattem Pechstein-Glanze. So basaltartig auch die Grundmasse erscheint, fehlt

doch ganz in derſelben der Olivin, welcher ſo häufig am Rio Pisque und bei Guallabamba ſich findet, wo ich 68 Fuß hohe und 3 Fuß dicke Baſaltſäulen ſah, die gleichzeitig Olivin und Hornblende eingeſprengt enthalten. In dem Steinwall von Anſango deuten viele Tafeln, durch Verwitterung geſpalten, auf Porphyrſchiefer. Alle Blöcke haben eine gelbgraue Verwitterungs-Kruſte. Da man den Trümmerzug (los derrumbamientos, la reventazon nennen es die ſpaniſch redenden Eingebornen) vom Rio del Molino unſern der Meierei von Pintac aufwärts bis zu den von Bimsſtein umgebenen kleinen Krater-Seen (mit Waſſer gefüllten Schlünden) verfolgen kann, ſo iſt natürlich die Meinung wie von ſelbſt entſtanden, daß die Seen die Oeffnungen ſind, aus welchen die Steinblöcke an die Oberfläche kamen. Wenige Jahre vor meiner Ankunft in dieſer Gegend hatte ohne bemerkbare vorhergegangene Erderſchütterung der Trümmerzug ſich auf der geneigten Fläche Wochen lang in Bewegung geſetzt, und durch den Drang und Stoß der Steinblöcke waren einige Häuſer bei Pintac umgeſtürzt worden. Der Trümmerzug von Anſango iſt noch ohne alle Spur von Vegetation, die man ſchon, wenn gleich ſehr ſparſam, auf den zwei, gewiß älteren, mehr verwitterten Ausbrüchen der Hochebene von Antiſana findet.

Wie ſoll dieſe Art der Aeußerung vulkaniſcher Thätigkeit benannt*) werden, deren Wirkung ich ſchildere? Haben wir hier zu thun mit Lavaſtrömen? oder nur mit halb verſchlackten und glühenden Maſſen, die unzuſammenhangend, aber in Zügen, dicht an einander gedrängt (wie in uns ſehr nahen Zeiten am Cotopaxi) ausgeſtoßen werden? Sind die Steinwälle vom Yana-Vulkan und Anſango vielleicht gar feſte fragmentariſche Maſſen geweſen, welche ohne erneuerte Erhöhung der Temperatur aus dem Inneren eines vulkaniſchen Kegelberges, in dem ſie loſe angehäuft und alſo ſchlecht unterſtützt lagen, von Erdbeben erſchüttert und kleine locale Erdbeben erregend, durch Stoß oder Fall getrieben, ausbrachen? Iſt keine der drei angedeuteten, ſo verſchiedenartigen Aeußerungen der vulkaniſchen Thätigkeit hier anwendbar? und ſind die linearen Anhäufungen von Felstrümmern auf Spalten an den Orten, wo ſie jetzt liegen (am Fuß und in der Nähe eines Vulkans), erhoben worden? Die beiden Trümmerwälle in der ſo wenig geneigten Hochebene, Volcan de la Hacienda und Yana Volcan genannt, die ich einſt, doch nur muthmaßlich, als erkaltete Lavaſtröme angeſprochen, ſcheinen mir heute noch, in ſo alter Erinnerung, wenig die letztere Anſicht unterſtützendes darzubieten. Bei dem Volcan de Ansango, deſſen Trümmerreihe man wie ein Strombette bis zu den Bimsſtein-Rändern von zwei kleinen Seen ohne Unterbrechung verfolgen kann, widerſpricht allerdings das Gefälle, der Niveau-Unterſchied von Pinantura (1482 T.) und Lecheyacu (1900 T.) in einem Abſtande von etwa 7700 T. keineswegs dem, was wir jetzt von den im Mittelwerthe ſo geringen Neigungs-Winkeln der Lavaſtröme zu wiſſen glauben. Aus dem Niveau-Unterſchiede von 418 T. folgt eine Neigung von 3° 6′. Ein partielles Aufſteigen des Bodens in der Mitte der Thalſohle würde nicht einmal ein Hinderniß ſcheinen, weil Rückſtauungen flüſſiger, thalaufwärts getriebener Maſſen z. B. bei der Eruption des Scaptar Jökul auf Island im Jahr 1783 beobachtet worden ſind (Naumann, Geognoſie Bd. I. S. 160).

Das Wort Lava bezeichnet keine beſondere mineraliſche Zuſammenſetzung des Geſteins; und wenn Leopold von Buch ſagt, daß alles Lava iſt, was im Vulkan fließt und durch ſeine Flüſſigkeit neue Lagerſtätten annimmt: ſo füge ich hinzu, daß auch nicht von neuem Flüſſig-Gewordenes, aber in dem Inneren eines vulkaniſchen Kegels Enthaltenes, ſeine Lagerſtätte verändern kann. Schon in der erſten Beſchreibung†) meines Verſuchs den Gipfel des Chimborazo zu erſteigen (veröffentlicht

*) "Il y a peu de volcans dans la chaine des Andes (ſagt Leopold von Buch) qui aint offert des courants de laves, et jamais on n'en a vu autour des volcans de Quito. L'Antisana, sur la chaine orientale des Andes, est le seul volcan de Quito, sur lequel Mr. de Humboldt ait vu près du sommet quelque chose d'analogue à un courant de laves; cette coulée était tout à fait semblable à de l'Obsidienne." Descr. des Iles Canaries 1836 p. 468 und 488.

†) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 161.

förmige, in langem Durchmesser über 12500 Toisen weite Ebene, aus welcher inselförmig der mit ewigem Schnee bedeckte Theil des Vulkans aufsteigt. Der höchste Gipfel ist abgerundet und domförmig. Der Dom ist durch einen kurzen, zackigen Rücken mit einem, gegen Norden vorliegenden, abgestumpften Kegel verbunden. In der, theils öden und sandigen, theils mit Gras bedeckten Hochebene (dem Aufenthalt einer sehr muthigen Stier-Race, welche wegen des geringen Luftdruckes leicht Blut aus Mund und Nasenlöchern ausstoßen, wenn sie zu großer Muskel-Anstrengung angeregt werden, liegen eine kleine Meierei (Hacienda), ein einzelnes Haus, in welchem wir bei einer Temperatur von 3°,7 bis 9° Cent. vier Tage zubrachten. Die große Ebene, **keineswegs umwallt**, wie Erhebungs-Kratern, trägt die Spuren eines alten Seebodens. Als Rest der alten Wasserbedeckung ist westlich von den Altos de la Moya die Laguna Mica zu betrachten. Am Rande der ewigen Schneegrenze entspringt der Rio Tinajillas, welcher später unter dem Namen Rio de Quixos ein Zufluß des Maspa, des Napo und des Amazonenflusses wird. Zwei Steinwälle: schmale, mauerförmige Erhöhungen, welche ich auf dem von mir aufgenommenen Situationsplane vom Antisana als coulées de laves bezeichnet habe, und welche die Eingeborenen Volcan de la Hacienda und Yana Volcan (yana bedeutet **schwarz** oder **braun** in der Oquechhua-Sprache) nennen; gehen bandförmig aus von dem Fuß des Vulkans an dem untern Rande der ewigen Schneegrenze, vom südwestlichen und nördlichen Abhange, und erstrecken sich, wie es scheint, mit sehr mäßigem Gefälle, in der Richtung von NO—SW über 2000 Toisen weit in die Ebene hinein. Sie haben bei sehr geringer Breite wohl eine Höhe von 180 bis 200 Fuß über dem Boden der Llanos de la Hacienda de Santa Lucia und del Cuvillan. Ihre Abhänge sind überall sehr schroff und steil, selbst an den Endpunkten. Sie bestehen in ihrem jetzigen Zustande aus schaligen, meist scharfkantigen Felstrümmern eines schwarzen basaltischen Gesteins, ohne Olivin und Hornblende, aber sparsam kleine weiße Feldspath-Krystalle enthaltend. Die Grundmasse hat fast einen pechsteinartigen Glanz und enthielt Obsidian eingemengt, welcher besonders in sehr großer Menge und noch deutlicher in der sogenannten Cueva de Antisena zu erkennen war, deren Höhe wir zu 14958 Fuß fanden. Es ist keine eigentliche Höhle, sondern ein Schutz, welchen den bergbesteigenden Viehhirten und also auch uns gegen einander gefallene und sich wechselseitig unterstützende Felsblöcke bei einem furchtbaren Hagelschauer gewährten. Die Cueva liegt etwas nördlich von dem Volcan de la Hacienda. In den beiden schmalen Steinwällen, die das Ansehen erkalteter Lavaströme haben, zeigen sich die Tafeln und Blöcke theils an den Rändern schlackig, ja schwammartig aufgetrieben; theils verwittert und mit erdigem Schutt vermengt.

Analoge, aber mehr zusammengesetzte Erscheinungen bietet ein anderes, ebenfalls bandartiges Steingerölle dar. Es liegen nämlich an dem östlichen Abfall des Antisana, fast um 1200 Fuß senkrecht tiefer als die Ebene der Hacienda, in der Richtung nach Pimantura und Pintac hin, zwei kleine runde Seen, von denen der nördlichere Anfange, der südlichere Lecheyacu heißt. Der erste hat einen Inselfels und wird, was sehr entscheidend ist, von Bimssstein-Gerölle umgeben. Jeder dieser Seen bezeichnet den Anfang eines Thales; beide Thäler vereinigen sich, und ihre erweiterte Fortsetzung führt den Namen Volcan de Ansango, weil von dem Rande beider Seen schmale Felstrümmer-Züge, ganz den zwei Steinwällen der Hochebene, die wir oben beschrieben haben, ähnlich, nicht etwa die Thäler **ausfüllen**, sondern sich in der Mitte derselben dammartig bis zu 200 und 250 Fuß Höhe erheben. Ein Blick, auf den Situationsplan geworfen, den ich in dem Atlas géographique et physique meiner amerikanischen Reise (Pl. 26) veröffentlicht, wird diese Verhältnisse verdeutlichen. Die Blöcke sind wieder theils scharfkantig, theils an den Rändern verschlackt, ja coakartig gebrannt. Es ist eine basaltartige, schwarze Grundmasse mit sparsam eingesprengtem glasigem Feldspath; einzelne Fragmente sind schwarzbraun und von mattem Pechstein-Glanze. So basaltartig auch die Grundmasse erscheint, fehlt

Der Antisana hat einen Feuerausbruch *) im Jahre 1590 und einen anderen im Anfange des vorigen Jahrhunderts, wahrscheinlich 1728, gehabt. Nahe dem Gipfel an der nord-nord-östlichen Seite bemerkt man eine schwarze Felsmasse, auf der selbst frisch gefallener Schnee nicht haftet. An diesem Punkte sah man im Frühjahr 1801 mehrere Tage lang, zu einer Zeit, wo der Gipfel auf allen Seiten völlig frei von Gewölk war, eine schwarze Rauchsäule aufsteigen. Wir gelangten, Bonpland, Carlos Montufar und ich, am 16. März 1802 auf einer Felsgräte, die mit Bimsstein und schwarzen, basaltartigen Schlacken bedeckt war, in der Region des ewigen Schnees bis 2837 Toisen, also 2213 Fuß höher als der Montblanc. Der Schnee war, was unter den Tropen so selten ist, fest genug, um uns an mehreren Punkten neben der Felsgräte zu tragen (Luft-Temperatur — 1°,8 bis + 1°,4 Cent.). An dem mittägigen Abhange, welchen wir nicht bestiegen, an der Piedra de azufre, wo sich Gestein-Schalen bisweilen durch Verwitterung von selbst ablösen, findet man reine Schwefelmassen von 10 bis 12 Fuß Länge und 2 Fuß Dicke; Schwefelquellen fehlen in der Umgegend.

Obgleich in der östlichen Cordillere der Vulkan Antisana und besonders sein westlicher Abhang (von Ansango und Pinantura gegen das Dörfchen Pedregal hin) durch den ausgebrannten Vulkan Pasſuchoa †) mit seinem weit erkennbaren Krater (la Peila), durch den Nevado Sinchulahua und den niedrigeren Ruminaui vom Cotopaxi getrennt sind; so ist doch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den Gebirgsarten beider Colosse. Vom Quinche an hat die ganze östliche Andeskette Obsidian hervorgebracht; und doch gehören el Quinche, Antisana und Pasſuchoa zu dem Bassin, in welchem die Stadt Quito liegt, während Cotopaxi ein anderes Bassin begrenzt: das von Lactacunga, Hambato und Riobamba. Der kleine Bergknoten der Altos von Chisinche trennt nämlich, einem Damme gleich, die beiden Becken; und was dieser Kleinheit wegen auffallend genug ist: die Wasser des nördlichen Abfalles von Chisinche gehen durch die Rios de San Pedro, de Pita und de Guallabamba in die Südsee, wenn die des südlichen Abhanges durch den Rio Alaques und de San Felipe dem Amazonenstrom und dem atlantischen Ocean zufließen. Die Gliederung der Cordilleren durch Bergknoten und Bergdämme (bald niedrig, wie die eben genannten Altos; bald an Höhe gleich dem Montblanc, wie am Wege über den Paso del Assuay) scheint ein neueres und auch minder wichtiges Phänomen zu sein als die Erhebung der getheilten parallelen Bergzüge selbst. Wie der Cotopaxi, der mächtigste aller Vulkane von Quito, viele Analogie in dem Trachyt-Gestein mit dem Antisana darbietet, so findet man auch an den Abhängen des Cotopaxi und in größerer Zahl die Reihen von Felsblöcken (Trümmerzüge) wieder, welche uns oben lange beschäftigt haben.

Es lag den Reisenden besonders daran, diese Reihen bis an ihren Ursprung oder vielmehr bis dahin zu verfolgen, wo sie unter der ewigen Schneedecke verborgen liegen. Wir stiegen an dem südwestlichen Abhange des Vulkans von Mulalo (Mulahalo) aus, längs

---

30—40 Fuß Breite (s. meine Kleinere Schriften Bd. I. S. 24).

*) La Condamine, Mesure des trois premiers Degrés du Méridien dans l'Hémisphère austral 1751 p. 56.

†) Pasſuchoa, durch die Meierei el Tambillo vom Atacazo getrennt, erreicht so wenig als der letztere die Region des ewigen Schnees. Der hohe Rand des Kraters, la Peila, ist gegen Westen eingestürzt, tritt aber gegen Osten amphitheatralisch hervor. Die Sage geht, daß am Ende des sechzehnten Jahrhunderts der vormals thätige Pasſuchoa bei Gelegenheit einer Eruption des Pichincha für immer zu speien aufgehört habe: was die Communication zwischen den Essen der einander gegenüberstehenden östlichen und westlichen Cordilleren bestätigt. Das eigentliche Bassin von Quito, dammartig geschlossen: im Norden durch einen Bergknoten zwischen Cotocachi und Imbabura, gegen Süden durch die Altos de Chisinche (zwischen 0° 20′ N und 0° 40′ S); ist großentheils der Länge nach getheilt durch den Bergrücken von Ichimbia und Poingasi. Oestlich liegt das Thal von Puembo und Chillo, westlich die Ebene von Inaquito und Turubamba. In der östlichen Cordillere folgen von Norden gegen Süden Imbaburo, die Faldas de Guamani und Antisana, Sinchulahua und die senkrechte, mit thurmartigen Zacken gekrönte, schwarze Mauer von von Ruminaui (Stein-Auge); in der westlichen Cordillere folgen Cotocachi, Casitagua, Pichincha, Atacazo, Corazon: auf dessen Abhang die prachtvolle Alpenpflanze, der rothe Ranunculus Gusmani, blüht. Es schien mir hier der Ort, von einem für die vulkanische Geologie so wichtigen, classischen Boden mit wenigen Zügen eine, aus eigener Ansicht geschöpfte, morphologische Darstellung der Reliefform zu geben.

erſt 1837 in Schumacher's aſtronomiſchem Jahrbuche) habe ich dieſe Vermuthung geäußert, indem ich von den merkwürdigen „Stücken von Augit-Porphyr ſprach, welche ich am 21. Junius 1802 in achtzehntauſend Fuß Höhe auf dem ſchmalen zum Gipfel führenden Felskamm in loſen Stücken von zwölf bis vierzehn Zoll Durchmeſſer ſammelte. Sie waren kleinzellig, mit glänzenden Zellen, porös und von rother Farbe. Die ſchwärzeſten unter ihnen ſind bisweilen bimsſteinartig leicht und wie friſch durch Feuer verändert. Sie ſind indeß nie in Strömen lavaartig gefloſſen, ſondern wahrſcheinlich auf Spalten an dem Abhange des früher emporgehobenen glockenförmigen Berges herausgeſchoben." Dieſe genetiſche Erklärungsweiſe könnte reichhaltige Unterſtützung finden durch die Vermuthungen Bouſſingault's, der die vulkaniſchen Kegel ſelbſt „als einen Haufen ohne alle Ordnung über einander gethürmter, in ſtarrem Zuſtande gehobener, ecliger Trachyt-Trümmer betrachtet. Da nach der Anhäufung die zertrümmerten Felsmaſſen einen größeren Raum als vor der Zertrümmerung einnehmen, ſo bleiben zwiſchen ihnen große Höhlungen, indem durch Druck und Stoß (die Wirkung der vulkaniſchen Dampfkraft abgerechnet) Bewegung entſteht." Ich bin weit entfernt an dem partiellen Vorkommen ſolcher Bruchſtücke und Höhlungen, die ſich in den Nevados mit Waſſer füllen, zu zweifeln: wenn auch die ſchönen, regelmäßigen, meiſt ganz ſenkrechten Trachyt-Säulen vom Pico de los Ladrillos und Tablahuma am Pichincha, und vor allem über dem kleinen Waſſerbecken Yana-Cocha am Chimborazo mir an Ort und Stelle gebildet ſcheinen. Mein theurer und vieljähriger Freund Bouſſingault, deſſen chemiſch-geognoſtiſche und meteorologiſche Anſichten ich immer gern theile, hält, was man den Vulkan von Anfango nennt und was mir jetzt eher als ein Trümmer-Ausbruch aus zwei kleinen Seiten-Kratern (am weſtlichen Antiſana, unterhalb des Chuſſulongo) erſcheint, für Hebung von Blöcken*) auf langen Spalten. Er bringt, da er 30 Jahre nach mir ſelbſt dieſe Gegend ſcharfſinnig durchforſcht hat, auf die Analogie, welche ihm die geognoſtiſchen Verhältniſſe des Ausbruchs von Anfango zum Antiſana und des Yana-Urcu, von dem ich einen beſonderen Situationsplan aufgenommen, zum Chimboraza darzubieten ſchienen. Zu dem Glauben an eine Erhebung auf Spalten unmittelbar unter der ganzen linearen Erſtreckung des Trümmerzuges von Anfango war ich weniger geneigt, da dieſer Trümmerzug, wie ich ſchon mehrmals erinnert, an ſeiner oberen Extremität auf die zwei, jetzt mit Waſſer bedeckten Schlünde hinweiſt. Unfragmentariſche, mauerartige Erhebungen von großer Länge und gleichmäßiger Richtung ſind mir übrigens gar nicht fremd, da ich ſie in unſerer Hemiſphäre, in der chineſiſchen Mongolei, in flözartig gelagerten Granitbänken geſehen und beſchrieben habe. †)

---

*) "Nous différons entièrement sur la prétendue coulée d'Antisana vers Pinantura. Je considère cette coulée comme un soulèvement récent analogue à ceux de Calpi (Yana urcu), Pisque et Jorullo. Les fragments trachytiques ont pris une épaisseur plus considérable vers le milieu de la coulée. Leur *couche* est plus épaisse vers Pinantura que sur des points plus rapprochés d'Antisana. L'état fragmentaire est un effet du soulèvement local, et souvent dans la Cordillère des Andes les tremblements de terre peuvent être produits par des *tassements*." (Lettre de Mr. Boussingault, en Août 1834.) Vgl. Kosmos 4. Buch S. 724. In der Beſchreibung ſeiner Beſteigung des Chimborazo (December 1831) ſagt Bouſſingault: „Die Maſſe des Berges beſteht nach meiner Anſicht aus einem Haufwerk ganz ohne alle Ordnung über einander gethürmter Trachyt-Trümmer. Dieſe oft ungeheuren Trachytſtücke eines Vulkans ſind in ſtarrem Zuſtande gehoben; ihre Ränder ſind ſcharf; nichts deutet darauf, daß ſie in Schmelzung oder nur einmal im Zuſtand der Erweichung geweſen wären. Nirgends beobachtet man an irgend einem der Aequatorial-Vulkane etwas, was auf einen Lavaſtrom ſchließen laſſen könnte. Niemals iſt aus dieſen Bergen etwas anderes ausgeworfen worden als Schlamm-Maſſen, elaſtiſche Flüſſigkeiten und glühende, mehr oder weniger verſchlackte Trachytblöcke, welche oft in beträchtliche Entfernungen geſchleudert wurden." (Humb. Kleinere Schriften Bd. I. S. 200.) Ueber die erſte Entſtehung der Meinung von dem Gehoben-ſein ganzer Maſſen als aufgehäufter Blöcke ſ. Acosta in den Viajes á los Andes ecuatoriales por Mr. Boussingault 1849 p. 222 und 223. Die durch Erdbeben und andere Urſachen veranlaßte Bewegung der aufgehäuften Bruchſtücke und die allmälige Ausfüllung der Zwiſchenräume ſoll nach des berühmten Reiſenden Vermuthung eine allmälige Senkung vulkaniſcher Bergkegel hervorbringen.

†) Humboldt, Asie centrale T. II p. 2[illegible] (Guſtav Roſe, mineral. geognoſtiſche Reiſe nach dem Ural, dem Altai und dem Kaſpiſchen Meere Bd. I. S. 599). Schmale, langgedehnte Granitmauern können bei den früheſten Faltungen der Erdrinde über Spalten aufgeſtiegen ſein, den merkwürdigen, noch offen gebliebenen, analog, welche man am Fuß des Vulkans von Pichincha findet: als Guaycos der Stadt Quito, als

Der Antisana hat einen Feuerausbruch*) im Jahre 1590 und einen anderen im Anfange des vorigen Jahrhunderts, wahrscheinlich 1728, gehabt. Nahe dem Gipfel an der nord-nord-östlichen Seite bemerkt man eine schwarze Felsmasse, auf der selbst frisch gefallener Schnee nicht haftet. An diesem Punkte sah man im Frühjahr 1801 mehrere Tage lang, zu einer Zeit, wo der Gipfel auf allen Seiten völlig frei von Gewölk war, eine schwarze Rauchsäule aufsteigen. Wir gelangten, Bonpland, Carlos Montufar und ich, am 16. März 1802 auf einer Felsgräte, die mit Bimsstein und schwarzen, basaltartigen Schlacken bedeckt war, in der Region des ewigen Schnees bis 2837 Toisen, also 2213 Fuß höher als der Montblanc. Der Schnee war, was unter den Tropen so selten ist, fest genug, um uns an mehreren Punkten neben der Felsgräte zu tragen (Luft-Temperatur — 1°,8 bis + 1°,4 Cent.). An dem mittägigen Abhange, welchen wir nicht bestiegen, an der Piedra de azufre, wo sich Gestein-Schalen bisweilen durch Verwitterung von selbst ablösen, findet man reine Schwefelmassen von 10 bis 12 Fuß Länge und 2 Fuß Dicke; Schwefelquellen fehlen in der Umgegend.

Obgleich in der östlichen Cordillere der Vulkan Antisana und besonders sein westlicher Abhang (von Ansango und Pinantura gegen das Dörfchen Pedregal hin) durch den ausgebrannten Vulkan Passuchoa†) mit seinem weit erkennbaren Krater (la Peila), durch den Nevado Sinchulahua und den niedrigeren Ruminani vom Cotopaxi getrennt sind; so ist doch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den Gebirgsarten beider Colosse. Vom Quinche an hat die ganze östliche Andeskette Obsidian hervorgebracht; und doch gehören el Quinche, Antisana und Passuchoa zu dem Bassin, in welchem die Stadt Quito liegt, während Cotopaxi ein anderes Bassin begrenzt: das von Lactacunga, Hambato und Riobamba. Der kleine Bergknoten der Altos von Chisinche trennt nämlich, einem Damme gleich, die beiden Becken; und was dieser Kleinheit wegen auffallend genug ist: die Wasser des nördlichen Abfalles von Chisinche gehen durch die Rios de San Pedro, de Pita und de Guallabamba in die Südsee, wenn die des südlichen Abhanges durch den Rio Alaques und de San Felipe dem Amazonenstrom und dem atlantischen Ocean zufließen. Die Gliederung der Cordilleren durch Bergknoten und Bergdämme (bald niedrig, wie die eben genannten Altos; bald an Höhe gleich dem Montblanc, wie am Wege über den Paso del Assuay) scheint ein neueres und auch minder wichtiges Phänomen zu sein als die Erhebung der getheilten parallelen Bergzüge selbst. Wie der Cotopaxi, der mächtigste aller Vulkane von Quito, viele Analogie in dem Trachyt-Gestein mit dem Antisana darbietet, so findet man auch an den Abhängen des Cotopaxi und in größerer Zahl die Reihen von Felsblöcken (Trümmerzüge) wieder, welche uns oben lange beschäftigt haben.

Es lag den Reisenden besonders daran, diese Reihen bis an ihren Ursprung oder vielmehr bis dahin zu verfolgen, wo sie unter der ewigen Schneedecke verborgen liegen. Wir stiegen an dem südwestlichen Abhange des Vulkans von Mulalo (Mulahalo) aus, längs

---

30—40 Fuß Berite (s. meine Kleinere Schriften Bd. I. S. 31).

*) La Condamine, Mesure des trois premiers Degrés du Méridien dans l'Hémisphère austral 1751 p. 56.

†) Passuchoa, durch die Meierei el Tambillo vom Atacazo getrennt, erreicht so wenig als der letztere die Region des ewigen Schnees. Der hohe Rand des Kraters, la Peila, ist gegen Westen eingestürzt, tritt aber gegen Osten amphitheatralisch hervor. Die Sage geht, daß am Ende des sechzehnten Jahrhunderts der vormals thätige Passuchoa bei Gelegenheit einer Eruption des Pichincha für immer zu speien aufgehört habe: was die Communication zwischen den Essen der einander gegenüberstehenden östlichen und westlichen Cordilleren bestätigt. Das eigentliche Bassin von Quito, dammartig geschlossen: im Norden durch einen Bergknoten zwischen Cotocachi und Imbaburo, gegen Süden durch die Altos de Chisinche (zwischen 0° 20′ N und 0° 40′ S); ist großentheils der Länge nach getheilt durch den Bergrücken von Ichimbio und Poingasi. Oestlich liegt das Thal von Puembo und Chillo, westlich die Ebene von Inaquito und Turubamba. In der östlichen Cordillere folgen von Norden gegen Süden Imbaburo, die Faldas de Guamani und Antisana, Sinchulahua und die senkrechte, mit thurmartigen Zacken gekrönte, schwarze Mauer von von Ruminaui (Stein-Auge); in der westlichen Cordillere folgen Cotocachi, Casitagua, Pichincha, Atacazo, Corazon: auf dessen Abhang die prachtvolle Alpenpflanze, der rothe Ranunculus Gusmani, blüht. Es schien mir hier der Ort, von einem für die vulkanische Geologie so wichtigen, classischen Boden mit wenigen Zügen eine, aus eigener Ansicht geschöpfte, morphologische Darstellung der Reliefform zu geben.

très jolis édifices, est entièrement bâtie de pierre-ponce depuis le tremblement de terre qui la renversa en 1698."

Die Bimsstein-Brüche liegen bei dem Indianer-Dorfe San Felipe, in den Hügeln von Guapulo und Zumbalica, welche 480 Fuß über der Hochebene und 9372 Fuß über der Meeresfläche erhoben sind. Die obersten Bimsstein-Schichten sind also fünf- bis sechshundert Fuß unter dem Niveau von Mulalo, der einst architectonisch schönen, durch häufige Erdstöße aber ganz zertrümmerten Villa des Marques de Maenza (am Fuß des Cotopaxi), ebenfalls von Bimsstein-Blöcken erbaut. Die unterirdischen Brüche sind von den beiden thätigen Vulkanen Tungurahua und Cotopaxi ungleich entfernt: von ersterem 3 geogr. Meilen, dem letzteren um die Hälfte näher. Man gelangt zu ihnen durch einen Stollen. Die Arbeiter versichern, daß man aus den horizontalen, festen Schichten, von denen einige wenige mit lettigem Bimsstein-Schutt umgeben sind, vierkantige, durch keine seigere Queerklüfte getrennte Blöcke von 20 Fuß erlangen könnte. Der Bimsstein, theils weiß, theils bläulich grau, ist sehr fein und langfaserig, von seidenartigem Glanze. Die parallelen Fasern haben bisweilen ein knotiges Ansehen, und zeigen dann eine sonderbare Structur. Die Knoten werden durch 1 bis 1½ Linien breite, rundliche Brocken von feinporigem Bimsstein gebildet, um welche sich lange Fasern zum Einschlusse krümmen. Bräunlich schwarzer Glimmer in sechsseitigen kleinen Tafeln, weiße Oligoklas-Krystalle und schwarze Hornblende sind darin sparsam zerstreut; dagegen fehlt ganz der glasige Feldspath, welcher sonst wohl (Camaldoli bei Neapel) im Bimsstein vorkommt. Der Bimsstein des Cotopaxi ist von dem der Zumbalica-Brüche sehr verschieden *): er ist kurzfaserig; nicht parallel, sondern verworren gekrümmt. Magnesia-Glimmer ist aber nicht bloß den Bimssteinen eigen, sondern auch der Grundmasse des Trachyts †) vom Cotopaxi nicht fremd. Dem südlicher gelegenen Vulkan Tungurahua scheint der Bimsstein ganz zu fehlen. Von Obsidian ist in der Nähe der Steinbrüche von Zumbalica keine Spur, aber in sehr großen Massen habe ich schwarzen Obsidian von muschligem Bruch in bläulich grauen, verwitterten Perlstein eingewachsen gefunden unter den vom Cotopaxi ausgeschütteten und bei Mulalo liegenden Blöcken. Fragmente davon werden in der königlichen Mineralien-Sammlung zu Berlin aufbewahrt. Die hier beschriebenen Bimsstein-Brüche, vier deutsche Meilen vom Fuß des Cotopaxi entfernt, scheinen daher ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach jenem Kegelberge ganz fremd zu sein, und mit demselben nur in dem Zusammenhange zu stehen, welchen alle Vulkane von Pasto und Quito mit dem, viele hundert Quadratmeilen einnehmenden, vulkanischen Heerde der Aequatorial-Cordilleren darbieten. Sind diese Bimssteine das Centrum und Innere eines eigenen Erhebungs-Kraters gewesen, dessen äußere Umwallung in den vielen Umwälzungen, welche die Oberfläche der Erde hier erlitten hat, zerstört worden ist? oder sind sie bei den ältesten Faltungen der Erdrinde hier auf Spalten horizontal in scheinbarer Ruhe abgelagert worden? Denn die Annahme von wässrigen Sediment-Anschwemmungen, wie sie sich bei den vulkanischen mit Pflanzenresten und Muscheln gemengten Tuffmassen oft zeigen, ist mit noch größeren Schwierigkeiten verbunden.

---

*) Diese Verschiedenheit ist auch schon von dem scharfsinnigen Abich (über Natur und Zusammenhang vulkanischer Bildungen 1841 S. 83) erkannt worden.

†) Das Gestein des Cotopaxi hat wesentlich dieselbe mineralogische Zusammensetzung als die ihm nächsten Vulkane, der Antisana und Tungurahua. Es ist ein Trachyt, aus Oligoklas und Augit zusammengesetzt, also ein Chimborazo-Gestein: ein Beweis der Identität derselben vulkanischen Gebirgsart in Massen der einander gegenüberstehenden Cordilleren. In den Stücken, welche ich 1802 und Boussingault 1831 gesammelt, ist die Grundmasse theils licht oder grünlich grau, dichsteinartig glänzend, und an den Kanten durchscheinend; theils schwarz, fast basaltartig, mit großen und kleinen Poren, welche glänzende Wandungen haben. Der eingeschlossene Oligoklas liegt darin scharf begrenzt bald in stark glänzenden, sehr deutlich auf den Spaltungsflächen gestreiften Krystallen, bald ist er klein und mühsam zu erkennen. Die wesentlich eingemengten Augite sind bräunlich und schwärzlich-grün, und von sehr verschiedener Größe. Selten und wohl nur zufällig eingesprengt sind dunkle Glimmer-Blättchen und schwarze, metallisch glänzende Körner von Magneteisen. In den Poren einer oligoklasreichen Masse kommt zuweilen gediegener Schwefel, wohl abgesetzt von den alle Gesteine durchdringenden Schwefeldämpfen.

Dieſelben Fragen regt die große, von allem intumeſcirten vulkaniſchen Gerüſte entfernte Maſſe von Bimsſtein an, die ich in der Cordillere von Paſto zwiſchen Mamendoy und dem Cerro del Pulpito, neun geographiſche Meilen nördlich vom thätigen Vulkan von Paſto, am Rio Mayo fand. Leopold von Buch hat auch auf einen ähnlichen, von Meyen beſchriebenen, ganz iſolirten Ausbruch von Bimsſtein, der als Gerölle einen 300 F. hohen Hügel bildet, in Chili, öſtlich von Valparaiſo, bei dem Dorfe Tollo, aufmerkſam gemacht. Der im Aufſteigen Juraſchichten erhebende Vulkan Maypo iſt noch zwei volle Tagereiſen von dieſem Bimsſtein-Ausbruch entfernt.*) Auch der preußiſche Geſandte in Waſhington, Friedrich von Gerolt, dem wir die erſten geognoſtiſch colorirten Karten von Mexico verdanken, erwähnt „einer unterirdiſchen Gewinnung von Bimsſtein zu Bauten“ bei Huichapa, 8 geogr. Meilen ſüdöſtlich von Queretaro, fern von allen Vulkanen.†) Der geologiſche Erforſcher des Caucaſus, Abich, iſt zufolge ſeiner eigenen Beobachtungen zu glauben geneigt, daß am nördlichen Abfall der Centralkette des Elburuz die mächtige Eruption von Bimsſtein bei dem Dorfe Tſchegem, in der kleinen Kabarda, als eine Spaltenwirkung viel älter ſei wie das Aufſteigen des, ſehr fernen, eben genannten Kegelberges.

Wenn demnach die vulkaniſche Thätigkeit des Erdkörpers durch Ausſtrahlung der Wärme gegen den Weltraum bei Verminderung ſeiner urſprünglichen Temperatur und im Zuſammenziehen der oberen erkaltenden Schichten Spalten und Faltungen (fractures et rides), alſo gleichzeitig Senkung der oberen und Emportreibung der unteren Theile‡), erzeugt; ſo iſt natürlich als Maaß und Zeugen dieſer Thätigkeit in den verſchiedenen Regionen der Erde die Zahl der erkennbar gebliebenen, aus den Spalten aufgetriebenen, vulkaniſchen Gerüſte (der geöffneten Kegel- und domförmigen Glockenberge) betrachtet worden. Man hat mehrfach und oft ſehr unvollkommen dieſe Zählung verſucht; Auswurfs-Hügel und Solfataren, die zu einem und demſelben Syſteme gehören, wurden als beſondere Vulkane aufgeführt. Die Größe der Erdräume, welche bisher im Inneren der Continente allen wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen verſchloſſen bleiben, iſt für die Gründlichkeit dieſer Arbeit ein nicht ſo bedeutendes Hinderniß geweſen, als man gewöhnlich glaubt, da Inſeln und den Küſten nahe Regionen im ganzen der Hauptſitz der Vulkane ſind. In einer numeriſchen Unterſuchung, welche nach dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nicht zum völligen Abſchluß gebracht werden kann, iſt ſchon viel gewonnen, wenn man zu einem Reſultat gelangt, das als eine untere Grenze zu betrachten iſt; wenn mit großer Wahrſcheinlichkeit beſtimmt werden kann, auf wie vielen Punkten das flüſſige Innere der Erde noch in hiſtoriſcher Zeit mit der Atmoſphäre in lebhaftem Verkehr geblieben iſt. Eine ſolche Lebhaftigkeit äußert ſich dann und meiſt gleichzeitig in Ausbrüchen aus vulkaniſchen Gerüſten (Kegelbergen), in der zunehmenden Wärme

*) “Le Volcan de Maypo (lat. austr. 34° 15′), qui n'a jamais rejeté de ponces, est encore éloigné de deux journées de la colline de Tollo, de 300 pieds de hauteur et toute composée de ponces qui renferment du feldspath vitreux, des cristaux bruns de mica et de petits fragments d'obsidienne. C'est donc une éruption (independente) isolée tout au pied des Andes et près de la plaine.” Léopold de Buch, Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 470.

†) Frederico de Gerolt, Cartas geognosticas de los principales distritos minerales de Mexico 1827 p. 5.

‡) Vergl. über Erſtarrung und Bildung der Erdkruſte Kosmos I. Buch S. 87—88. Die Verſuche von Biſchof, Charles Deville und Deleſſe haben über die Faltung des Erdkörpers ein neues Licht verbreitet. Vergl. auch die älteren ſinnreichen Betrachtungen von Babbage bei Gelegenheit ſeiner thermiſchen Erklärung des Problems, welches der Serapis-Tempel nördlich von Puzzuoli darbietet, im Quarterly *Journal of the Geological Soc. of London* Vol. III. 1847 p. 186; Charles Deville sur la diminution de densité dans les roches en passant de l'état cristallin à l'état vitreux, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XX. 1845 p. 1453; Deleſſe sur les effets de la fusion, T. XXV. 1847 p. 545; Louis Frapolli sur le caractère géologique, im Bulletin de la Soc. géol. de France, 2me Série T. IV. 1847 p. 627; und vor allem Elie de Beaumont in ſeinem wichtigen Werke Notice sur les systèmes de Montagnes 1852 T. III. Folgende drei Abſchnitte verdienen eine beſondere Aufmerkſamkeit der Geologen: Considérations sur les soulèvements dûs à une diminution lente et progressive du volume de la terre p. 1330; sur *l'écrasement transversal*, nommé *refoulement* par Saussure, comme une des causes de l'élévation des chaînes de montagnes, p. 1317, 1333 und 1346; sur la contraction que les roches fondues éprouvent en cristallisant, tendant dès le commencement du refroidissement du globe à rendre sa masse interne plus petite que la capacité de son enveloppe extérieure. p. 1255.

très jolis édifices, est entièrement bâtie de pierre-ponce depuis le tremblement de terre qui la renversa en 1698."

Die Bimsstein-Brüche liegen bei dem Indianer-Dorfe San Felipe, in den Hügeln von Guapulo und Zumbalica, welche 480 Fuß über der Hochebene und 9372 Fuß über der Meeresfläche erhoben sind. Die obersten Bimsstein-Schichten sind also fünf- bis sechshundert Fuß unter dem Niveau von Mulalo, der einst architectonisch schönen, durch häufige Erdstöße aber ganz zertrümmerten Villa des Marques de Maenza (am Fuß des Cotopaxi), ebenfalls von Bimsstein-Blöcken erbaut. Die unterirdischen Brüche sind von den beiden thätigen Vulkanen Tungurahua und Cotopaxi ungleich entfernt: von ersterem 8 geogr. Meilen, dem letzteren um die Hälfte näher. Man gelangt zu ihnen durch einen Stollen. Die Arbeiter versichern, daß man aus den horizontalen, festen Schichten, von denen einige wenige mit lettigem Bimsstein-Schutt umgeben sind, vierkantige, durch keine seigere Queerklüfte getrennte Blöcke von 20 Fuß erlangen könnte. Der Bimsstein, theils weiß, theils bläulich grau, ist sehr fein und langfasrig, von seidenartigem Glanze. Die parallelen Fasern haben bisweilen ein knotiges Ansehen, und zeigen dann eine sonderbare Structur. Die Knoten werden durch 1 bis 1½ Linien breite, rundliche Brocken von feinporigem Bimsstein gebildet, um welche sich lange Fasern zum Einschlusse krümmen. Bräunlich schwarzer Glimmer in sechsseitigen kleinen Tafeln, weiße Oligoklas-Krystalle und schwarze Hornblende sind darin sparsam zerstreut; dagegen fehlt ganz der glasige Feldspath, welcher sonst wohl (Camaldoli bei Neapel) im Bimsstein vorkommt. Der Bimsstein des Cotopaxi ist von dem der Zumbalica-Brüche sehr verschieden *): er ist kurzfasrig; nicht parallel, sondern verworren gekrümmt. Magnesia-Glimmer ist aber nicht bloß den Bimssteinen eigen, sondern auch der Grundmasse des Trachyts †) vom Cotopaxi nicht fremd. Dem südlicher gelegenen Vulkan Tungurahua scheint der Bimsstein ganz zu fehlen. Von Obsidian ist in der Nähe der Steinbrüche von Zumbalica keine Spur, aber in sehr großen Massen habe ich schwarzen Obsidian von muschligem Bruch in bläulich grauen, verwitterten Perlstein eingewachsen gefunden unter den vom Cotopaxi ausgeworfenen und bei Mulalo liegenden Blöcken. Fragmente davon werden in der königlichen Mineralien-Sammlung zu Berlin aufbewahrt. Die hier beschriebenen Bimsstein-Brüche, vier deutsche Meilen vom Fuß des Cotopaxi entfernt, scheinen daher ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach jenem Kegelberge ganz fremd zu sein, und mit demselben nur in dem Zusammenhange zu stehen, welchen alle Vulkane von Pasto und Quito mit dem, viele hundert Quadratmeilen einnehmenden, vulkanischen Heerde der Aequatorial-Cordilleren darbieten. Sind diese Bimssteine das Centrum und Innere eines eigenen Erdschwarz-Kraters gewesen, dessen äußere Umwallung in den vielen Umwälzungen, welche die Oberfläche der Erde hier erlitten hat, zerstört worden ist? oder sind sie bei den ältesten Faltungen der Erdrinde hier auf Spalten horizontal in scheinbarer Ruhe abgelagert worden? Denn die Annahme von wässrigen Sediment-Anschwemmungen, wie sie sich bei den vulkanischen mit Pflanzenresten und Muscheln gemengten Tuffmassen oft zeigen, ist mit noch größeren Schwierigkeiten verbunden.

---

*) Diese Verschiedenheit ist auch schon von dem scharfsinnigen Abich (über Natur und Zusammenhang vulkanischer Bildungen 1841 S. 83) erkannt worden.

†) Das Gestein des Cotopaxi hat wesentlich dieselbe mineralogische Zusammensetzung als die ihm nächsten Vulkane, der Antisana und Tungurahua. Es ist ein Trachyt, aus Oligoklas und Augit zusammengesetzt, also ein Chimborazo-Gestein: ein Beweis der Identität derselben vulkanischen Gebirgsart in Massen der einander gegenüberstehenden Cordilleren. In den Stücken, welche ich 1802 und Boussingault 1831 gesammelt, ist die Grundmasse theils licht oder grünlich grau, pechsteinartig glänzend, und an den Kanten durchscheinend; theils schwarz, fast basaltartig, mit großen und kleinen Poren, welche glänzende Wandungen haben. Der eingeschlossene Oligoklas liegt darin scharf begrenzt, bald in stark glänzenden, sehr deutlich auf den Spaltungsflächen gestreiften Krystallen: bald ist er klein und mühsam zu erkennen. Die wesentlich eingemengten Augite sind bräunlich und schwärzlich-grün, und von sehr verschiedener Größe. Selten und wohl nur zufällig eingesprengt sind dunkle Glimmer-Blättchen und schwarze, metallisch glänzende Körner von Magneteisen. In den Poren einer oligoklasreichen Masse kommt auch gediegener Schwefel, wohl abgesetzt von den alles durchdringenden Schwefeldämpfen.

Unterſchiede des Meeresbodens und der Continente; oder von der ungleichen ſenkrechten Tiefe, in welcher unter verſchiedenen geographiſchen Längen und Breiten ſich die Oberfläche der geſchmolzenen, flüſſigen Maſſe befindet. Wo aber fängt eine ſolche Oberfläche an? giebt es nicht Mittelgrade zwiſchen vollkommener Starrheit und vollkommener Verſchiebbarkeit der Theile? Uebergänge, die bei den Streitigkeiten über den Zuſtand der Zähigkeit einiger plutoniſcher und vulkaniſcher Gebirgs-Formationen, welche an die Oberfläche erhoben worden, ſo wie bei der Bewegung der Gletſcher oft zur Sprache gekommen ſind? Solche Mittelzuſtände entziehen ſich einer mathematiſchen Betrachtung eben ſo ſehr wie der Zuſtand des ſo genannten flüſſigen Inneren unter einer ungeheuren Compreſſion. Wenn es ſchon an ſich nicht ganz wahrſcheinlich iſt, daß die Wärme überall fortfahre mit der Tiefe in arithmetiſcher Progreſſion zu wachſen, ſo können auch locale Zwiſchen-Störungen eintreten, z. B. durch unterirdiſche Becken (Höhlungen in der ſtarren Maſſe), welche von Zeit zu Zeit von unten theilweiſe mit flüſſiger Lava und darauf ruhenden Dämpfen angefüllt ſind.*) Dieſe Höhlungen läßt ſchon der unſterbliche Verfaſſer der Protogäa eine Rolle ſpielen in der Theorie der abnehmenden Centralwärme: "Postremo credibile est contrahentem se refrigeratione crustam *bullas* reliquisse, ingentes pro rei magnitudine, id est sub vastis fornicibus *cavitates*."†) Je unwahrſcheinlicher es iſt, daß die Dicke der ſchon erſtarrten Erdkruſte in allen Gegenden dieſelbe ſei, deſto wichtiger iſt die Betrachtung der Zahl und der geographiſchen Lage der noch in hiſtoriſchen Zeiten geöffnet geweſenen Vulkane. Eine ſolche Betrachtung der Geographie der Vulkane kann nur durch oft erneuerte Verſuche vervollkommnet werden.

I. Europa.

Aetna, Volcano in den Liparen, Stromboli, Iſchia, Veſuv, Santorin, Lemnos: alle zum großen Becken des mittelländiſchen Meeres, aber zu den europäiſchen Ufern deſſelben, nicht zu den afrikaniſchen, gehörig; alle 7 Vulkane in bekannten hiſtoriſchen Zeiten noch thätig; der brennende Berg Moſychlos auf Lemnos, welchen Homer den Lieblingsſitz des Hephäſtos nennt, erſt nach den Zeiten des großen Macedoniers ſammt der Inſel Chryſe durch Erdſtöße zertrümmert und in den Meeresfluthen verſunken (Kosmos 1. B. S. 128; Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 198). Die große, ſeit faſt 1900 Jahren (186 vor Chr. bis 1712 unſerer Zeitrechnung) ſich mehrmals wiederholende Hebung der drei Kaminen in der Mitte des Golfs von Santorin (theilweiſe umſchloſſen von Thera, Therafia und Aſproniſi) hat bei dem Entſtehen und Verſchwinden auffallende Aehnlichkeit gehabt mit dem, freilich ſehr kleinen Phänomen der temporären Bildung der Inſel, welche man Graham, Julia und Ferdinandea nannte, zwiſchen Sciacca und Pantellaria. Auf der Halbinſel Methana, deren wir ſchon oft erwähnt (Kosmos 1. B. S. 125, 4. B. Seite 273), ſind deutliche Spuren vulkaniſcher Ausbrüche im rothbraunen Trachyt, der aus dem Kalkſtein aufſteigt bei Kaimenochari und Karmeno (Curtius, Pelop. 2. B. S. 439).

Vor-hiſtoriſche Vulkane mit friſchen Spuren von Lava-Erguß aus Krateren ſind, von Norden nach Süden aufgezählt: die der Eifel (Moſenberg, Gerolditein) am nördlichſten; der große Erhebungs-Krater, in welchem Schemnitz liegt; Auvergne (Chaîne des Puys oder der Monts Dômes, le Cône du Cantal, les Monts-Dore); Vivarais, in welchem die alten Laven aus Gneiß ausgebrochen ſind (Coupe d'Aysac und Kegel von Montpezat);

*) Kosmos 4. Buch S. 724. Vergl. auch über die ungleiche Verbreitung des Erdbebens und die Tiefe, in der es beginnt, unabhängig von der geographiſchen Breite, die merkwürdigen Beobachtungen von Capt. Franklin, Erman, Kupffer und vorzüglich von Mitterdorff a. a. O. S. 42, 47 und 147.

†) Leibnitz in der Protogaea § 4.

und Entzündlichkeit der Thermal- und Naphtha-Quellen, in der vermehrten Ausdehnung der Erschütterungskreise: Erscheinungen, welche alle in innigem Zusammenhange und in gegenseitiger Abhängigkeit von einander stehen. *) Leopold von Buch hat auch hier wieder das große Verdienst, in den Nachträgen zu der physicalischen Beschreibung der canarischen Inseln, zum ersten Male unternommen zu haben die Vulkan-Systeme des ganzen Erdkörpers, nach gründlicher Unterscheidung von Central- und Reihen-Vulkanen, unter Einen kosmischen Gesichtspunkt zu fassen. Meine eigene neueste und schon darum wohl vollständigere Aufzählung, nach Grundsätzen unternommen, welche ich oben (S. 764 und 778) bezeichnet: also ungeöffnete Glockenberge, bloße Ausbruch-Kegel ausschließend; giebt als wahrscheinliche untere Grenzzahl (nombre limite inférieur) ein Resultat, das von allen früheren beträchtlich abweicht. Sie strebt die Vulkane zu bezeichnen, welche thätig in die historische Zeit eingetreten sind.

Es ist mehrfach die Frage angeregt worden, ob in den Theilen der Erdoberfläche, in welchen die meisten Vulkane zusammengedrängt sind und wo die Reaction des Erd-Innern auf die starre (feste) Erdkruste sich am thätigsten zeigt, der geschmolzene Theil vielleicht der Oberfläche näher liege? Welches auch der Weg ist, den man einschlägt, die mittlere Dicke der festen Erdkruste in ihrem Maximum zu bestimmen: sei es der reine mathemathische, welchen die theoretische Astronomie eröffnen soll †); oder der einfachere, welcher auf das Gesetz der mit der Tiefe zunehmenden Wärme in dem Schmelzungsgrade der Gebirgsarten gegründet ist ‡): so bietet die Lösung dieses Problems doch noch eine große Zahl jetzt unbestimmbarer Größen dar. Als solche sind zu nennen: der Einfluß eines ungeheuren Druckes auf die Schmelzbarkeit; die so verschiedene Wärmeleitung heterogener Gebirgsarten; die sonderbare, von Edward Forbes behandelte Schwächung der Leitungsfähigkeit bei großer Zunahme der Temperatur; die ungleiche Tiefe des oceanischen Beckens; die localen Zufälligkeiten in dem Zusammenhange und der Beschaffenheit der Spalten, welche zu dem flüssigen Inneren hinabführen! Soll die größere Nähe der oberen Grenzschicht des flüssigen Inneren in einzelnen Erdregionen die Häufigkeit der Vulkane und den mehrfacheren Verkehr zwischen der Tiefe und dem Luftkreise erklären, so kann allerdings diese Nähe wiederum abhangen: entweder von dem relativen mittleren Höhen-

---

*) "Les eaux chaudes de Saragyn à la hauteur de 5260 pieds sont remarquables par le rôle que joue le gaz acide carbonique qui les traverse à l'époque des tremblements de terre. Le gaz à cette époque, comme l'hydrogène carboné de la presqu'île d'Apchéron, augmente de volume et s'échauffe avant et pendant les tremblements de terre dans la plaine d'Ardébil. Dans la presqu'île d'Apchéron la température s'élève de 20° jusqu'à l'inflammation spontanée ou moment et à l'endroit d'une éruption ignée, pronostiquée toujours par des tremblements de terre dans les provinces de Chémakhi et d'Apchéron." Abich in den Mélanges physiques et chimiques T. II. 1855 p. 364 und 365. Vgl. Kosmos 4. Buch S. 727.

†) W. Hopkins, Researches on physical Geology in den Philos. Transact. for 1839 P. II. p. 311, for 1840 P. I. p. 193, for 1842 P. I. p. 43; auch über die erforderlichen Verhältnisse der Stabilität der äußeren Erdoberfläche: Theory of Volcanos im Report of the 17th meeting of the British Association 1847 p. 45—49.

‡) Kosmos 4. Buch S. 653—656; Naumann, Geognosie Bd. I. S. 66—76; Bischof, Wärmelehre S. 382; Lyell, Principles of Geology 1853 p. 536 bis 547 und 562. — In der sehr lehrreichen und angenehmen Schrift Souvenirs d'un Naturaliste par A. de Quatrefages 1854 T. II. p. 464 wird die obere Grenze der flüssigen geschmolzenen Schichten bis auf die geringe Tiefe von 20 Kilometern heraufgerückt: "puisque la plupart des Silicates fondent déjà à 666° cent." „Diese niedrige Angabe," bemerkt Gustav Rose, „beruht auf einem Irrthum. Die Temperatur von 1300°, welche Mitscherlich als Schmelzpunkt des Granits angegeben (Kosmos 1. Buch S. 184), ist gewiß das Minimum, was man annehmen kann. Ich habe mehrmals Granit auf die dreifachen Stellen des Porzellan-Ofens setzen lassen, und immer schmolz derselbe unvollständig. Nur der Glimmer schmilzt dann mit dem Feldspath zu einem blasigen Glase zusammen; der Quarz wird undurchsichtig, schmilzt aber nicht. So ist es mit allen Gebirgsarten, die Quarz enthalten; und man kann sogar dieses Mittel anwenden, um Quarz in Gebirgsarten zu entdecken, wo seine Menge so gering ist, daß man ihn mit bloßen Augen nicht erkennen kann: z. B. bei dem Syenit des Plauenschen Grundes, und im Diorit, den wir gemeinschaftlich 1829 von Alatau mit im Ural gebracht haben. Alle Gesteine, welche keinen Quarz und überhaupt keine so kieselsäure-reichen Mineralien enthalten als der Granit: z. B. der Basalt, schmelzen leichter als Granit im Porzellanfeuer zu einem vollkommenen Glase; aber nicht über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge, die doch gewiß eine Temperatur von 666° hervorzubringen im Stande ist." In Bischof's merkwürdigen Versuchen, bei dem Gießen einer Basaltkugel, schien selbst der Basalt noch einigen hypothetischen Voraussetzungen eine 165° R. höhere Temperatur als der Schmelzpunkt des Kupfers zu erfordern (Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers S. 471).

Ausbrüche von 1362 und 1727 bekannt ist (Sart. von Waltershausen, phys. geogr. Skizze von Island S. 108 und 112). — Auf Madera*) können die beiden höchsten Berge: der 5685 Fuß hohe, kegelförmige Pico Ruivo und der wenig niedrigere Pico de Torres, mit schlackigen Laven an den steilen Abhängen bedeckt, nicht als die central wirkenden Punkte der vormaligen vulkanischen Thätigkeit auf der ganzen Insel betrachtet werden, da in vielen Theilen derselben, besonders gegen die Küsten hin, Eruptions-Oeffnungen, ja ein großer Krater, der der Lagoa bei Machico, gefunden werden. Die Laven, durch Zusammenfluß verdickt, sind nicht als einzelne Ströme weit zu verfolgen. Reste alter Dicotyledonen- und Farrn-Vegetation, von Charles Bunbury genau untersucht, finden sich vergraben in gehobenen vulkanischen Tuff- und Lettenschichten, bisweilen von neuerem Basalte bedeckt. — Fernando de Noronha, lat. 3° 50′ S. und 2° 27′ östlich von Pernambuco: eine Gruppe sehr kleiner Inseln; hornblende-haltige Phonolith-Felsen; kein Krater: aber Gangklüfte, gefüllt mit Trachyt und basaltartigem Mandelstein, weiße Tufflagen durchsetzend.†) — Insel Ascension, im höchsten Gipfel 2690 Fuß: Basaltlaven mit mehr eingesprengtem glasigem Feldspath als Olivin und wohl begrenzten Strömen, bis zu dem Ausbruch-Kegel von Trachyt zu verfolgen. Die letztere Gebirgsart von lichten Farben, oft tuffartig aufgelöst, herrscht im Inneren und im Südosten der Insel. Die von Green Mountain ausgeworfenen Schlackenmassen enthalten eingebacken syenit- und granithaltige, eckige Fragmente‡), welche an die der Laven von Jorullo erinnern. Westlich von Green Mountain findet sich ein großer offener Krater. Vulkanische Bomben, theilweis hohl, bis 10 Zoll im Durchmesser, liegen in zahlloser Menge zerstreut umher; auch große Massen von Obsidian. — Sanct Helena: die ganze Insel vulkanisch; im Inneren mehr feldspathartige Lavaschichten; gegen die Küste hin Basaltgestein, von zahllosen Gängen (dikes) durchsetzt: wie am Flagstaff-Hill. Zwischen Diana Park und Nest-Lodge, in der Central-Bergreihe, der halbmondartig gekrümmte, steigere Absturz und Rest eines weiten, zerstörten Kraters, voll Schlacken und zelliger Lava ("the mere wreck ‖) of one great crater is left"). Die Lavenschichten nicht begrenzt, und daher nicht als eigentliche Ströme von geringer Breite zu verfolgen. — Tristan da Cunha (Br. 37° 3′ südl., Lg. 13° 48′ westl.), schon 1506 von den Portugiesen entdeckt; eine zirkelrunde kleine Insel von 1½ geographischen Meilen im Durchmesser, in deren Centrum ein Kegelberg liegt, den Cap. Denham als von ohngefähr 7800 Par. Fuß Höhe und von vulkanischem Gestein zusammengesetzt beschreibt (Dr. Petermann's geogr. Mittheilungen 1855 No. III. S. 84). Südöstlich, aber im 53° südlicher Breite, liegt die, ebenfalls vulkanische Thompsons-Insel; zwischen beiden in gleicher Richtung Gough-Insel, auch Diego Alvarez genannt. Deception Insel, ein schmaler, eng geöffneter Ring (südl. Br. 62° 55′); und Bridgman's-Insel, zu der South Shetlands-Gruppe gehörig: beide vulkanisch, Schichten von Eis, Bimsstein, schwarzer Asche und Obsidian; perpetuirlicher Ausbruch heißer Dämpfe (Kendal im Journal of the Geogr. Soc. Vol. I. 1831 p. 62). Im Februar 1842 sah man die Deception-Insel gleichzeitig an 13 Punkten im Ringe Flammen geben (Dana in der U. St. Explor. Exped. Vol. X. p. 548.) Auffallend ist es, daß, da so viele andere Inseln im atlantischen Meere vulkanisch sind, weder das ganze flache Inselchen St. Paul (Penedo de S. Pedro), einen Grad nördlich vom Aequator (ein wenig blättriger Grünstein-Schiefer, in Serpentin übergehend §);

*) Resultat der Beobachtungen über Madera von Sir Charles Lyell und Hartung im Manual of Geology 1855 p. 515—525.

†) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 23, und Lieut. Lee, Cruise of the U. S. Brig Dolphin 1854 p. 30.

‡) S. die vortreffliche Beschreibung von Ascension in Darwin, Volcanic Islands p. 40 und 41.

‖) Darwin p. 84 und 92: über the great hollow space or valley southward of the central curved ridge, across which the half of the crater must once have extended. It is interesting to trace the steps, by which the structure of a volcanic district becomes obscured and finally obliterated. (Vgl. auch Seale, Geognosy of the Island of St. Helena p. 28.)

§) St. Paul's Rocks. S. Darwin p. 31 — 33 und 125.

Velay: Schlacken-Ausbrüche, von denen keine Laven ausgehen; die Euganeen; das Albaner-Gebirge, Rocca Monfina und Vultur bei Teano und Melfi; die ausgebrannten Vulkane um Olot und Castell Follit in Catalonien*); die Inselgruppe las Columbretes nahe der Küste von Valencia (die sichelförmige größere Insel Colubraria der Römer: auf der Montcolibre, nach Capt. Smyth Br. 39° 54′, voll Obsidians und zelligen Trachyts); die griechische Insel Nisyros, eine der karpathischen Sporaden: von ganz runder Gestalt, in deren Mitte auf einer Höhe von 2130 F. nach Roß ein umwallter, tiefer Kessel mit einer stark detonirenden Solfatare liegt, aus welcher einst strahlförmig, jetzt kleine Vorgebirge bildende Lavaströme sich in das Meer ergossen, vulkanische Mühlsteine liefernd noch zu Strabo's Zeit (Roß, Reisen auf den griech. Inseln 2. B. S. 69 und 72—78). Für die britischen Inseln sind hier wegen des Alters der Formationen noch zu erwähnen die merkwürdigen Einwirkungen unterseeischer Vulkane auf die Schichten der Unter-Silur-Formation (Llandeilo-Bildung), indem vulkanische zellige Fragmente in diese Schichten eingebacken sind, und nach Sir Roderick Murchison's wichtiger Beobachtung selbst eruptive Trappmassen in den Cornton-Bergen in unter-silurische Schichten eindringen (Shropshire und Montgomeryshire †); die Gang-Phänomene der Insel Arran: und die anderen Punkte, in denen das Einschreiten vulkanischer Thätigkeit sichtbar ist, ohne daß Spuren eigener Gerüste aufgefunden werden.

II. Inseln des atlantischen Meeres.

Vulkan Esk auf der Insel Jan Mayen: von dem verdienstvollen Scoresby erstiegen und nach seinem Schiffe benannt; Höhe kaum 1500 F. Ein offner, nicht entzündeter Gipfel-Krater; pyroxen-reicher Basalt und Traß.

Südwestlich vom Esk, nahe bei dem Nordcap der Eier-Insel, ein anderer Vulkan, der im April 1818 von 4 zu 4 Monaten hohe Aschen-Ausbrüche zeigte.

Der 6448 F. hohe Beerenberg, in dem breiten nordöstlichen Theile von Jan Mayen (Br. 71° 4′), ist nicht als Vulkan bekannt. ||)

Vulkane von Island: Oeräfa, Hekla, Rauda-Kamba....

Vulkan der azorischen Insel Pico||): großer Lava-Ausbruch vom 1. Mai bis 5. Juni 1800

Pic von Teneriffa

Vulkan von Fogo§), einer der capverdischen Inseln

Vorhistorische vulkanische Thätigkeit: Es ist dieselbe auf Island weniger bestimmt an gewisse Centra gebunden. Wenn man mit Sartorius von Waltershausen die Vulkane der Insel in zwei Classen theilt, von denen die der einen nur Einen Ausbruch gehabt haben, die der anderen auf derselben Hauptspalte wiederholt Lavaströme ergießen: so sind zu der ersteren Rauda-Kamba, Scaptar, Ellidavatan, südöstlich von Reykjavik....; zu der zweiten, welche eine dauerndere Individualität zeigt, die zwei höchsten Vulkane von Island, Oeräfa (über 6000 Fuß) und Snaefiall, Hekla....zu rechnen. Der Snaefiall ist seit Menschengedenken nicht in Thätigkeit gewesen, während der Oeräfa durch die furchtbaren

*) Ueber Vivarais und Velay s. die neuesten, sehr genauen Untersuchungen von Girard in seinen geologischen Wanderungen Bd. I. (1856) S. 161, 173 und 214. Die alten Vulkane von Olot sind aufgefunden von dem amerikanischen Geologen Maclure 1808, besucht von Lyell 1830, und schön beschrieben und abgebildet von demselben in seinem Manual of Geology 1855 p. 535—542.

†) Sir Rod. Murchison, Siluria p. 20 und 55 bis 58 (Lyell, Manual p. 563).

‡) Scoresby, Account of the arctic regions Vol I. p. 155—169, tab. V und VI.

||) Leopold von Buch, Desor. des Iles Canaries p. 357—369 und Landgrebe, Naturgeschichte der Vulkane 1855 Bd. I. S. 121—136; und über die Umwallungen der Erhebungs-Krater (Caldeiras) auf den Inseln San Miguel, Fayal und Terceira (nach den Karten von Cap. Vidal) Kosmos 4. Buch S. 754. Die Ausbrüche von Fayal (1672) und S. Jorge (1580 und 1808) scheinen von dem Hauptvulkan, dem Pico, abzuhangen.

§) Kosmos 4. Buch S. 765 und 773.

kegel- und domförmige Gestaltung an Trachytberge mahnten. Der so früh den Naturwissenschaften entzogene Overweg fand in der von ihm durchforschten Gegend von Gubscheba, westlich vom Tsad-See, nach Petermann's Notizen aus den Tagebüchern, olivinreiche, säulenförmig abgetheilte Basaltkegel, welche bald die Schichten des rothen, thonartigen Sandsteins, bald quarzigen Granit durchbrochen haben.

Der große Mangel jetzt entzündeter Vulkane in dem ungegliederten Continente, dessen Küstenländer genugsam bekannt sind, bietet eine sonderbare Erscheinung dar. Sollte es in dem unbekannten Central-Afrika, besonders südlich vom Aequator, große Wasserbecken geben, analog dem See Uniamesi (früher vom Dr. Cooley N'yassi genannt), an deren Ufern sich Vulkane, wie der Demavend nahe dem caspischen Meere, erheben? Bisher hat kein Bericht der vielreisenden Eingeborenen uns davon irgend eine Kunde gebracht!

IV. Asien.

a) Der westliche und centrale Theil.

Vulkan von Demavend*): entzündet, aber nach den Berichten von Olivier, Morier und Taylor Thompson (1837) nur mäßig und nicht ununterbrochen rauchend

Vulkan von Medina (Lava-Ausbruch 1276)

Vulkan Djebel el-Tir (Tair oder Tehr): ein Inselberg von 840 Fuß zwischen Loheia und Massana im rothen Meere

Vulkan Peschan: nördlich von Kutsche in der großen Bergkette des Thian-schan oder Himmelsgebirges in Inner-Asien; Lava-Ausbrüche in ächt historischer Zeit vom Jahr 89 bis in den Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung

Vulkan Hot-schen, auch bisweilen in der so umständlichen chinesischen Länderbeschreibung Vulkan von Turfan genannt: 30 geogr. Meilen von der großen Solfatara von Urumtsi, nahe dem östlichen Ende des Thian-schan gegen das schöne Obstland von Hami hin.

Der Vulkan Demavend, welcher sich bis zu mehr als 18000 Fuß Höhe erhebt, liegt fast 9 geogr. Meilen von dem südlichen Littoral des caspischen Meeres, in Mazenderan; fast in gleicher Entfernung von Resscht und Asterabad, auf der gegen Herat und Meschid in Westen schnell abfallenden Kette des Hindu-Kho. Ich habe an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 124—129, T. III. p. 433—435) wahrscheinlich gemacht, daß der Hindu-Kho von Chitral und Kafiristan eine westliche Fortsetzung des mächtigen, Tibet gegen Norden begrenzenden, das Meridian-Gebirge Bolor im Tsungling durchsetzenden Kuen-lün ist. Der Demavend gehört zum persischen oder caspischen Elburz: Name eines Bergsystems, welchen man nicht mit dem gleichlautenden caucasischen, 7°½ nördlicher und 10° westlicher gelegenen (jetzt Elburuz genannten) Gipfel verwechseln muß. Das Wort Elburz ist eine Verunstaltung von Albordi, dem Weltberge, welcher mit der uralten Cosmogonie des Zendvolkes zusammenhängt.

Wenn bei Verallgemeinerung geognostischer Ansichten über die Richtung der Gebirgs-

*) Die Höhe des Demavend über dem Meere wurde von Ainsworth zu 2298 Toisen angegeben; aber nach Berichtigung einer, wahrscheinlich auf einem Schreibfehler beruhenden Barometer-Höhe (Asie centr. T. III. p. 327) beträgt sie, zufolge der Tafeln von Oltmanns, volle 2914 Toisen. Eine noch etwas größere Höhe, 3141', geben die, gewiß sehr sicheren Höhenwinkel meines Freundes, des kais. russischen Capitäns Lemm, im Jahre 1839; aber die Entfernung ist nicht trigonometrisch begründet, sondern beruht auf der Voraussetzung, daß der Vulkan Demavend 66 Werste (1 Aequatorial-Grad = 104½ Werst) von Teheran entfernt sei. Es scheint demnach, daß der persische, dem südlichen Ufer des caspischen Meeres so nahe, aber von der colchischen Küste des schwarzen Meeres an 150 geographische Meilen entfernte, mit ewigem Schnee bedeckte Vulkan Demavend den Großen Ararat um 2800 Fuß, den caucasischen Elburuz um vielleicht 1500 Fuß Höhe übertrifft. Ueber den Vulkan Demavend s. Ritter, Erdkunde von Asien Bd. VI. Abth. I. S. 551 bis 571; und über den Zusammenhang des Namens Albordj aus der mythischen und darum so unbestimmten Geographie des Zendvolkes mit den modernen Namen Elburz (Koh Alburz des Kazwini) und Elburuz S. 43—49, 424, 552 und 555.

noch die Malouinen (mit ihren quarzigen Thonſchiefern), Süd-Georgien oder das Sandwich-Land vulkaniſches Geſtein darzubieten ſcheinen. Dagegen wird eine Region des atlantiſchen Meeres, ohngefähr 0° 20′ ſüdlich vom Aequator, lg. 22° weſtl., für den Sitz eines unterſeeiſchen Vulkans gehalten.*) Kruſenſtern hat in dieſer Nähe ſchwarze Rauchſäulen aus dem Meere aufſteigen ſehen (19. Mai 1806), und der aſiatiſchen Societät zu Calcutta iſt 1836, zweimal an demſelben Punkte (ſüdöſtlich von dem oben genannten Felſen von St. Paul) geſammelte, vulkaniſche Aſche vorgezeigt worden. Nach ſehr genauen Unterſuchungen von Dauſſy, ſind von 1747 bis zu Kruſenſtern's Weltumſegelung ſchon fünfmal und von 1806 bis 1836 ſiebenmal in dieſer Volcanic Region, wie ſie auf der neueſten ſchönen amerikaniſchen Karte des Lieut. Samuel Lee (Track of the surveying Brig Dolphin 1854) genannt wird, ſeltſame Schiffsſtöße und Aufwallungen des Meeres bemerkt worden, welche man dem durch Erdbeben erſchütterten Meeresboden zuſchrieb. Doch iſt neuerlichſt auf der Expedition der Brig Delphin (Jan. 1852), welche „wegen Krusenstern's Volcano" die Inſtruction hatte, zwiſchen dem Aequator und 7° ſüdl. Breite bei lg. 18° bis 27° auch durch das Senkblei Nachforſchungen zu machen, wie vorher (1838) bei Wilke's Exploring Expedition, nichts auffallendes bemerkt worden.

III. Afrika.

Der Vulkan Mongo-ma Leba im Camerun-Gebirge (nördl. Br. 4° 12′), weſtlich von der Mündung des Fluſſes gleiches Namens in die Bucht von Biafra, öſtlich von dem Delta des Kowara (Niger); gab nach Cap. Allan einen Lava-Ausbruch im Jahr 1838. Die lineare Reihenfolge der vier vulkaniſchen hohen Inſeln Anobon, St. Thomas, Prinzen-Inſel und San Fernando Po, auf einer Spalte (SSW—NNO), weiſt auf den Camerun hin, welcher nach den Meſſungen von Cap. Owen und Lieut. Boteler die große Höhe von ohngefähr 12200 Fuß †) erreicht.

Ein Vulkan? etwas weſtlich von dem Schneeberge Kignea im öſtlichen Afrika, ohngefähr 1° 20′ ſüdl. Br.: aufgefunden 1849 von dem Miſſionar Krapf, nahe den Quellen des Dana-Fluſſes, etwa 80 geogr. Meilen in Nordweſt von dem Littoral von Mombas. In einem faſt 2° ſüdlicheren Parallel als der Kignea liegt ein anderer Schneeberg, der Kilimandjaro, welchen 1847 der Miſſionar Rebmann entdeckt hat, vielleicht kaum 50 geogr. Meilen von dem eben genannten Littoral. Etwas weſtlicher liegt ein dritter Schneeberg, der vom Cap. Short geſehene Doengo Engai. Die Kenntniß von der Exiſtenz dieſer Berge iſt die Frucht muthiger und gefahrvoller Unternehmungen.

Beweiſe vor-hiſtoriſcher vulkaniſcher Thätigkeit in dem großen, aber zwiſchen dem 7ten nördlichen und 12ten ſüdlichen Parallelkreiſe (denen von Adamaua und des waſſerſcheidenden Gebirges Lubalo) im Inneren noch ſo unerforſchten Continente liefern die Umgegend des Tzana-Sees im Königreich Gondar nach Rüppell; wie die Baſaltlaven, Trachyte und Obſidian-Schichten von Schoa nach Rochet d'Héricourt: deſſen mitgebrachte Gebirgsarten, denen das Cantal und Mont Dore ganz analog, von Dufrenoy haben unterſucht werden können (Comptes rendus T. XXII. p. 806—810). Wenn auch in Kordofan der Kegelberg Koldghi ſich nicht als jetzt entzündet und rauchend zeigt, ſo ſoll ſich doch das Vorkommen ſchwarzen, poröſen, verglaſten Geſteins daſelbſt beſtätigt haben. ‡)

In Adamaua, ſüdlich vom großen Benue-Fluſſe, ſteigen die iſolirten Bergmaſſen Bogle und Alantika auf, welche den Dr. Barth, auf ſeiner Reiſe von Kuka nach Jola, durch ihre

*) Dauſſy sur l'existence probable d'un volcan sous-marin dans l'Atlantique, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VI. 1838 p. 512; Darwin, Volcanic Islands p. 92; Lee, Cruise of the U. S. Brig Dolphin p. 2, 55 und 61.

†) Gumprecht, die vulkaniſche Thätigkeit auf dem Feſtlande von Afrika, in Arabien und auf den Inſeln des rothen Meeres 1849 S. 18.

‡) Kosmos 1. Buch S. 127 Anm. ‡. Ueber die geſammten bisher bekannt gewordenen Erſcheinungen in Afrika ſ. Landgrebe, Naturgeſchichte der Balkan Bd. I. S. 195—219.

kegel- und domförmige Gestaltung an Trachytberge mahnten. Der so früh den Naturwissenschaften entzogene Overweg fand in der von ihm durchforschten Gegend von Gudscheba, westlich vom Tsad-See, nach Petermann's Notizen aus den Tagebüchern, olivinreiche, säulenförmig abgetheilte Basaltkegel, welche bald die Schichten des rothen, thonartigen Sandsteins, bald quarzigen Granit durchbrochen haben.

Der große Mangel jetzt entzündeter Vulkane in dem ungegliederten Continente, dessen Küstenländer genugsam bekannt sind, bietet eine sonderbare Erscheinung dar. Sollte es in dem unbekannten Central-Afrika, besonders südlich vom Aequator, große Wasserbecken geben, analog dem See Uniamesi (früher vom Dr. Cooley N'yassi genannt), an deren Ufern sich Vulkane, wie der Demavend nahe dem caspischen Meere, erheben? Bisher hat kein Bericht der vielreisenden Eingeborenen uns davon irgend eine Kunde gebracht!

IV. Asien.

a) Der westliche und centrale Theil.

Vulkan von Demavend*): entzündet, aber nach den Berichten von Olivier, Morier und Taylor Thompson (1837) nur mäßig und nicht ununterbrochen rauchend

Vulkan von Medina (Lava-Ausbruch 1276)

Vulkan Djebel el-Tir (Tair oder Tehr): ein Inselberg von 840 Fuß zwischen Loheia und Massaua im rothen Meere

Vulkan Peschan: nördlich von Kutsche in der großen Bergkette des Thian-schan oder Himmelsgebirges in Inner-Asien; Lava-Ausbrüche in ächt historischer Zeit vom Jahr 89 bis in den Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung

Vulkan Hot-schen, auch bisweilen in der so umständlichen chinesischen Länderbeschreibung Vulkan von Turfan genannt: 30 geogr. Meilen von der großen Solfatara von Urumtsi, nahe dem östlichen Ende des Thian-schan gegen das schöne Obstland von Hami hin.

Der Vulkan Demavend, welcher sich bis zu mehr als 18000 Fuß Höhe erhebt, liegt fast 9 geogr. Meilen von dem südlichen Littoral des caspischen Meeres, in Mazenderan; fast in gleicher Entfernung von Rescht und Asterabad, auf der gegen Herat und Meschid in Westen schnell abfallenden Kette des Hindu-Kho. Ich habe an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 124—129, T. III. p. 433—435) wahrscheinlich gemacht, daß der Hindu-Kho von Chitral und Kafiristan eine westliche Fortsetzung des mächtigen, Tibet gegen Norden begrenzenden, das Meridian-Gebirge Bolor im Tsungling durchsetzenden Kuen-lün ist. Der Demavend gehört zum persischen oder caspischen Elburz: Name eines Bergsystems, welchen man nicht mit dem gleichlautenden caucasischen, 7°½ nördlicher und 10° westlicher gelegenen (jetzt Elburuz genannten) Gipfel verwechseln muß. Das Wort Elburz ist eine Verunstaltung von Albordi, dem Weltberge, welcher mit der uralten Cosmogonie des Zendvolkes zusammenhängt.

Wenn bei Verallgemeinerung geognostischer Ansichten über die Richtung der Gebirgs-

*) Die Höhe des Demavend über dem Meere wurde von Ainsworth zu 2298 Toisen angegeben; aber nach Berichtigung einer, wahrscheinlich auf einem Schreibfehler beruhenden Barometer-Höhe (Asie centr. T. III. p. 327) beträgt sie, zufolge der Tafeln von Oltmanns, volle 2914 Toisen. Eine nach etwas größere Höhe, 3141', geben die, gewiß sehr sicheren Höhenwinkel meines Freundes, des kais. russischen Capitäns Lemm, im Jahre 1839; aber die Entfernung ist nicht trigonometrisch begründet, sondern beruht auf der Voraussetzung, daß der Vulkan Demavend 66 Werste (1 Aequatorial-Grad = 104½ Werst) von Teheran entfernt sei. Es scheint demnach, daß der persische, dem südlichen Ufer des caspischen Meeres so nahe, aber von der colchischen Küste des schwarzen Meeres an 150 geographische Meilen entfernte, mit ewigem Schnee bedeckte Vulkan Demavend den Großen Ararat um 2800 Fuß, den caucasischen Elburuz um vielleicht 1500 Fuß Höhe übertrifft. Ueber den Vulkan Demavend s. Ritter, Erdkunde von Asien Bd. VI. Abth. 1. S. 551 bis 571; und über den Zusammenhang des Namens Albordj aus der mythischen und darum so unbestimmten Geographie des Zendvolkes mit den modernen Namen Elburz (Kob Alburz des Kazwini) und Elburuz S. 43—49, 424, 552 und 555.

ſyſteme von Inner-Aſien der Vulkan Demavend die große Kuenlün-Kette nahe an ihrem weſtlichen Ende begrenzt; ſo verdient eine andere Feuererſcheinung an dem öſtlichſten Ende, deren Exiſtenz ich zuerſt bekannt gemacht habe (Asie centrale T. II. p. 427 und 483), eine beſondere Aufmerkſamkeit. In den wichtigen Unterſuchungen, zu denen ich meinen verehrten Freund und Collegen im Inſtitute, Stanislas Julien, aufgefordert, um aus den rohen geographiſchen Quellen der alten chineſiſchen Litteratur zu ſchöpfen, über den Bolor, den Kuen-lün und das Sternenmeer; fand der ſcharfſinnige Forſcher in dem großen, vom Kaiſer Yongtſching im Anfang des 18ten Jahrhunderts edirten Wörterbuche die Beſchreibung der „ewigen Flamme", welche am Abhange des öſtlichen Kuen-lün aus einer Höhle in dem Hügel Schinkhien ausbricht. Die weitleuchtende Erſcheinung, ſo tief ſie auch gegründet ſein mag, kann wohl nicht ein Vulkan genannt werden. Sie ſcheint mir vielmehr Analogie mit der ſo früh den Helenen bekannten Chimära in Lycien, bei Deliktaſch und Yanartaſch, darzubieten. Es iſt dieſe ein Feuerbrunnen, eine durch vulkaniſche Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle (Kosmos 4. B. S. 770 und dazu Anm. †).

Arabiſche Schriftlehrer lehren, meiſt ohne beſtimmte Jahre anzugeben, daß im Mittelalter im ſüdweſtlichen Littoral Arabiens, in der Inſelkette der Zobayr, in der Meerenge Bab-el-Mandeb und Aden (Wellſted, Travels in Arabia Vol. II. p. 466—468), in Hadhramaut, in der Straße von Ormuz und im weſtlichen Theile des perſiſchen Golfs noch an einzelnen Punkten Lava-Ausbrüche ſtatt gefunden haben: immer auf einem Boden, der ſchon ſeit vor-hiſtoriſcher Zeit der Sitz vulkaniſcher Thätigkeit geweſen war. Die Epoche des Ausbruchs eines Vulkans um Medina ſelbſt, 12°½ nördlich von der Meerenge Bab-el-Mandeb, hat Burckhardt in Samhudy's Chronik der berühmten Stadt dieſes Namens im Hedſchaz gefunden. Sie ward geſetzt auf den 2. Nov. 1276. Daß aber dort eine Feuer-Eruption bereits 1254, alſo 22 Jahre früher, geweſen war, lehrt nach Seetzen Abulmahaſen (vergl. Kosmos 1. B. S. 128.) — Der Inſel-Vulkan Djebel Tair, in welchem ſchon Vincent die „ausgebrannte Inſel" des Periplus Maris Erythraei erkannte, iſt noch thätig und Rauch ausſtoßend nach Botta und nach den Nachrichten, die Ehrenberg und Rußegger (Reiſen in Europa, Aſien und Afrika 2. B. Th. 1. 1843 S. 54) geſammelt. Ueber die ganze Umgegend der Meerenge Bab-el-Mandeb, mit der Baſalt-Inſel Perim; die kraterartige Umwallung, in welcher die Stadt Aden liegt; die Inſel Seerah mit Obſidian-Strömen, die mit Bimsſtein bedeckt ſind; über die Inſelgruppen der Zobayr und der Farſen (die Vulcanicität der letzteren hat Ehrenberg 1825 entdeckt) ſ. die ſchönen Unterſuchungen von Ritter in der Erdkunde von Aſien Bd. VIII. Abth. 1. S. 664—707, 889—891 und 1021—1034.

Der vulkaniſche Gebirgszug des Thian-ſchan (Asie centrale T. I. p. 201—203, T. II. p. 7—61), ein Bergſyſtem, welches zwiſchen dem Altai und Kuen-lün von Oſten nach Weſten Inner-Aſien durchzieht, iſt zu einer Zeit der beſondere Gegenſtand meiner Unterſuchungen geweſen, da ich zu dem Wenigen, was Abel-Rémuſat aus der japaniſchen Encyclopädie geſchöpft hatte, wichtigere, von Klaproth, Neumann und Stanislas Julien aufgefundene Bruchſtücke habe hinzufügen können (Asie centr. T. II. p. 39—50 und 335 bis 364). Die Länge des Thian-ſchan übertrifft achtmal die Länge der Pyrenäen: wenn man jenſeits der durchſetzten Meridiankette des Kusyurt-Bolor den Aſferah hinzurechnet, der ſich in Weſten bis in den Meridian von Samarkand erſtreckt, und in dem Ibn Hauſal und Ibn al-Vardi Feuerbrunnen und Salmiak ausſtoßende, leuchtende (?) Spalten, wie im Thian-ſchan, beſchreiben (ſ. über den Berg Botom a. a. O. p. 16—20). In der Geſchichte der Dynaſtie der Thang wird ausdrücklich geſagt, daß an einem der Abhänge des Peſchan, welcher immerfort Feuer und Rauch ausſtößt, die Steine brennen, ſchmelzen und mehrere Li weit fließen, als wäre es ein „flüſſiges Fett. Die weiche Maſſe erhärtet, ſo wie ſie erkaltet." Charakteriſtiſcher kann wohl nicht ein Lavaſtrom bezeichnet wer-

ſtimmung und Höhe iſt in neuerer Zeit durch Kruſenſtern, Horner, Hofmann, Lenz, Lütke, Poſtels, Cap. Beechey, und vor allen durch Adolph Erman rühmlichſt erweitert worden. Die Halbinſel wird ihrer Länge nach von zwei Parallelketten durchſchnitten, in deren öſtlicher die Vulkane angehäuft ſind. Die höchſten derſelben erreichen 10500 bis 14800 Fuß. Es folgen von Süden nach Norden:

der Opalinſkiſche Vulkan (Pic Koſcheleff vom Admiral Kruſenſtern,) lat. 51° 21′: nach Cap. Chwoſtow faſt die Höhe des Pics von Teneriffa erreichend und am Ende des 18ten Jahrhunderts überaus thätig;

die Hodutka Sopka (52° 22′). Zwiſchen dieſer Sopka und der vorigen liegt ein unbenannter vulkaniſcher Kegel (51° 32), der aber, wie die Hodutka, nach Poſtels erloſchen ſcheint.

Poworotnaja Sopka (51° 35′), nach Cap. Beechey 7442 F. hoch (Erman's Reiſe Bd. III. S. 253; Leop. von Buch, Iles can. p. 447).

Aßatſchinſkaja Sopka (52° 2′); große Aſchen-Auswürfe, beſonders im Jahr 1828.

Wiljutſchinſker Vulkan (Br. 52° 52,): nach Cap. Beechey 6918 F., nach Admiral Lütke 6330 F.; nur 5 geogr. Meilen vom Petropauls-Hafen jenſeit der Bai von Torinſk entfernt.

Awatſchinſkaja oder Gorelaja Sopka (Br. 53° 17′), Höhe nach Erman 8360 Fuß; zuerſt beſtiegen auf der Expedition von La Pérouſe 1787 durch Mongez und Bernizet; ſpäter durch meinen theuren Freund und ſibiriſchen Reiſebegleiter, Ernſt Hofmann (Juli 1824, bei der Kotzebue'ſchen Weltumſeglung); durch Poſtels und Lenz auf der Expedition des Admirals Lütke 1828, durch Erman im Sept. 1829. Dieſer machte die wichtige geognoſtiſche Beobachtung, daß der Trachyt bei ſeiner Erhebung Schiefer und Grauwacke (ein ſiluriſches Gebirge) durchbrochen habe. Der immer rauchende Vulkan hat einen furchtbaren Ausbruch im October 1837, früher einen ſchwachen im April 1828 gehabt. Poſtels in Lütke, Voyage T. III. p. 67—84; Erman, Reiſe, hiſt. Bericht Bd. III. S. 494 und 534—540.

Ganz nahe bei dem Awatſcha-Vulkan (Kosmos Bd. IV. S. 765 Anm. ††) liegt die Koriatſkaja oder Strjeloſchnaja Sopka (Br. 53° 19′), Höhe 10518 F. nach Lütke T. III. p. 84; reich an Obſidian, deſſen die Kamtſchadalen ſich noch im vorigen Jahrhundert, wie die Mexicaner und im hohen Alterthume die Hellenen, zu Pfeilſpitzen bedienten.

Jupanowa Sopka: Br. nach Erman's Beſtimmung (Reiſe Bd. III. S. 469) 53° 32′. Der Gipfel iſt ziemlich abgeplattet, und der eben genannte Reiſende ſagt ausdrücklich: „daß dieſe Sopka wegen des Rauchs, den ſie ausſtößt, und wegen des unterirdiſchen Getöſes, welches man vernimmt, von jeher mit dem mächtigen Schiweluſch verglichen und den unzweifelhaften Feuerbergen beigezählt wird.“ Seine Höhe iſt vom Meere aus durch Lütke gemeſſen 8496 F.

Kronotſkaja Sopka, 9954 F.: an dem See gleiches Namens, Br. 54° 8′; ein rauchender Krater auf dem Gipfel des ſehr zugeſpitzten Kegelberges (Lütke, Voyage T. III. p. 85).

Vulkan Schiweluſch, 5 Meilen ſüdöſtlich von Jelowka, über den wir eine beträchtliche und ſehr verdienſtliche Arbeit von Erman (Reiſe Bd. III. S. 261—317 und phyſ. Beob. Bd. I. S. 400—403) beſitzen, vor deſſen Reiſe der Berg faſt unbekannt war. Nördliche Spitze: Br. 56° 40′, Höhe 9894 F.; ſüdliche Spitze: Br. 56° 39′, Höhe 8250 F. Als Erman im Sept. 1829 den Schiweluſch beſtieg, fand er ihn ſtark rauchend. Große Eruptionen waren 1739 und zwiſchen 1790 und 1810: letztere nicht von fließend ergoſſener Lava, ſondern als Auswürfe von loſem vulkaniſchem Geſteine. Nach E. von Dittmar ſtürzte der nördlichſte Gipfel in der Nacht vom 17. zum 18. Februar 1854 ein, worauf eine von wirklichen Lavaſtrömen begleitete, noch dauernde Eruption erfolgte.

Tolbatschinskaja Sopka: heftig rauchend, aber in früherer Zeit oft verändernd die Eruptions-Oeffnungen ihrer Aschen-Auswürfe; nach Erman Br. 55° 51′ und Höhe 7800 F.

Uschinskaja Sopka: nahe verbunden mit dem Kliutschewsker Vulkan; Br. 56° 0′, Höhe an 11000 F. (Buch, Can. p. 452; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375).

Kliutschewskaja Sopka (56° 4′): der höchste und thätigste aller Vulkane der Halbinsel Kamtschatka; von Erman gründlich geologisch und hypsometrisch erforscht. Der Kliutschewsk hat nach dem Berichte von Kraschenikoff große Feuerausbrüche von 1727 bis 1731 wie auch 1767 und 1795 gehabt. Im Jahr 1829 war Erman bei der gefahrvollen Besteigung des Vulkans am 11. September Augenzeuge von dem Ausstoßen glühender Steine, Asche und Dämpfe aus dem Gipfel, während tief unterhalb desselben ein mächtiger Lavastrom sich am West-Abhange aus einer Spalte ergoß. Auch hier ist die Lava reich an Obsidian. Nach Erman (Beob. Bd. I. S. 400—403 und 419) ist die geogr. Breite des Vulkans 56° 4′, und seine Höhe war im Sept. 1829 sehr genau 14790 Fuß. Im August 1828 hatte dagegen Admiral Lütke durch Höhenwinkel, die zur See in einer Entfernung von 40 Seemeilen genommen waren, den Gipfel des Kliutschewsk 15480 F. hoch gefunden (Voyage T. III. p. 86; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375 bis 385). Diese Messung, und die Vergleichung der vortrefflichen Umriß-Zeichnungen des Barons von Kittliz, der die Lütke'sche Expedition auf dem Seniawin begleitete, mit dem, was Erman selbst im Sept. 1829 beobachtete, führten diesen zu dem Resultate, daß in der engen Epoche dieser 13 Monate große Veränderungen in der Form und Höhe des Gipfels sich zugetragen haben. „Ich denke", sagt Erman (Reise Bd. III. S. 359), „daß man kaum merklich irren kann, wenn man für August 1828 die Höhe der Oberfläche des Gipfels um 250 Fuß größer als im Sept. 1829 während meines Aufenthalts in der Gegend von Kliutschi, und mithin für die frühere Epoche zu 15040 Fuß annimmt." Am Vesuv habe ich, die Saussure'sche Barometer-Messung der Rocca del Palo, des höchsten nördlichen Kraterrandes, vom Jahre 1773 zum Grunde legend, durch eigene Messung gefunden: daß bis 1805, also in 32 Jahren, dieser nördliche Kraterrand sich um 36 Fuß gesenkt hatte; daß er aber von 1773 bis 1822, also in 49 Jahren, um 96 Fuß (scheinbar?) gestiegen sei (Ansichten der Natur 1849 Bd. II. S. 290). Im Jahr 1822 fanden Monticelli und Covelli für die Rocca del Palo 624′, ich 629′. Für das damalige wahrscheinlichste Endresultat gab ich 625′. Im Frühjahr 1855, also 33 Jahre später, gaben die schönen Barometer-Messungen des Olmützer Astronomen Julius Schmidt wieder 624′ (Neue Bestimm. am Vesuv 1856, S. 1, 16 und 33). Was mag davon der Unvollkommenheit der Messung und der Barometer-Formel zugehören? Untersuchungen der Art könnten in größerem Maaßstabe und mit größerer Sicherheit vervielfältigt werden, wenn man, statt oft erneuerter vollständiger trigonometerischer Operationen oder für zugängliche Gipfel mehr anwendbarer, aber minder befriedigender Barometer-Messungen, sich darauf beschränkte, für die zu vergleichenden Perioden von 25 oder 50 Jahren den einzigen Höhenwinkel des Gipfelrandes aus demselben und zwar aus einem sicher wiederzufindenden Standpunkte bis auf Fractionen von Secunden zu bestimmen. Des Einflusses der terrestrischen Refraction wegen würde ich rathen, in jeder der Normal-Epochen das Mittel aus vielstündlichen Beobachtungen von 3 Tagen zu suchen. Um nicht bloß das allgemeine Resultat der Vermehrung oder Verminderung des einzigen Höhenwinkels, sondern auch in Fußen die absolute Quantität der Veränderung zu erhalten, wäre nur eine einmal vorgenommene Bestimmung des Abstandes erforderlich. Welche reiche Quelle der Erfahrungen würden uns nicht für die vulkanischen Colosse der Cordilleren von Quito die vor mehr als einem Jahrhundert bestimmten Höhenwinkel der hinlänglich genauen Arbeiten von Bouguer und La Condamine gewähren, wenn diese vortrefflichen Männer für gewisse auserlesene Punkte hätten die Stationen bleibend bezeichnen können, in denen die Höhen-

winkel der Gipfel von ihnen gemessen wurden! Nach C. von Dittmar hat nach dem Ausbruch von 1841 der Klutschewsk ganz geruht, bis er lavagebend 1853 wieder erwachte. Der Gipfel-Einsturz des Schiweluttsch unterbrach aber die neue Thätigkeit. (Bulletin de la classe physico mathém. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersbourg T. XIV. 1856 p. 246.)

Noch vier andere, theils vom Admiral Lütke und theils von Postels genannte Vulkane: den noch rauchenden Apalsk südöstlich vom Dorfe Bolscheretzki, die Schischapinskaja Sopka (Br. 55° 11′), die Kegel Krestowsk (Br. 56° 4′), nahe an der Gruppe Klutschewsk, und Uschkowsch; habe ich in der obigen Reihe nicht aufgeführt wegen Mangels genauerer Bestimmung. Das kamtschadalische Mittelgebirge, besonders in der Baidaren-Ebene, Br. 57° 20′, östlich von Sedanka, bietet (als wäre sie „der Boden eines uralten Kraters von etwa vier Werst, d. i. eben so viele Kilometer, im Durchmesser") das geologisch merkwürdige Phänomen von Lava- und Schlacken-Ergüssen dar aus einem blasigen, oft ziegelrothen, vulkanischen Gestein, das selbst wieder aus Erdspalten ausgebrochen ist, in größter Ferne von allem Gerüste aufgestiegener Kegelberge (Erman, Reise Bd. III. S. 221, 228 und 273; Buch, Iles Canaries p. 454). Auffallend ist hier die Analogie mit dem, was ich oben über das Malpais, die problematischen Trümmerfelder der mexicanischen Hochebene, umständlich entwickelt habe (Kosmos 4. B. S. 804)

V. Ost-asiatische Inseln.

Von der Torres-Straße, die, unter 10° südl. Breite, Neu-Guinea von Australien trennt, und von den rauchenden Vulkanen von Flores bis zu den nordöstlichsten Aleuten (Br. 55°) erstreckt sich eine, größtentheils vulkanische Inselwelt, welche, unter einem allgemeinen geologischen Gesichtspunkte betrachtet, wegen ihres genetischen Zusammenhanges fast schwer in einzelne Gruppen zu sondern ist, und gegen Süden beträchtlich an Umfang zunimmt. Um von Norden zu beginnen, sehen wir zuerst die von der amerikanischen Halbinsel Alaska ausgehende, bogenförmig*) gekrümmte Reihe der Aleuten durch die der Kupfer- und der Berings-Insel nahe Insel Attu den Alten und Neuen Continent mit einander verbinden, wie im Süden das Meer von Bering schließen. Von der Spitze der Halbinsel Kamtschatka (dem Vorgebirge Lopatka) folgen in der Richtung Nord gen Süd, das Saghalinische oder Ochotskische, durch La Pérouse berühmt gewordene Meer in Osten begrenzend, der Archipel der Kurilen; dann Jezo, vielleicht vormals mit der Südspitze der Insel Krafto†) (Saghalin oder Tschoka) zusammenhangend; endlich jenseits der engen

*) Vergl. Dana's scharfsinnige Bemerkungen on the Curvatures of Ranges of Islands, deren Convexität in der Südsee fast allgemein gegen Süden oder Südost gerichtet ist, in der United States' Explor. Expod. by Wilkes Vol. X. (Geology by James Dana) 1849 p. 419.

†) Die Insel Saghalin, Tschoka oder Tarakai wird von den japanischen Seeleuten Krafto genannt (geschrieben Karafuto). Sie liegt der Mündung des Amur (des Schwarzen Flusses, Saghalian Ula) gegenüber; ist von gutmüthigen, dunkelfarbigen, bisweilen etwas behaarten Ainos bewohnt. Der Admiral Krusenstern glaubte, wie auch früher die Begleiter von La Pérouse (1787) und Broughton (1797), daß Saghalin durch einen schmalen, sandigen Isthmus (Br. 52° 5′) mit dem asiatischen Continent zusammenhange; aber zufolge der wichtigen von Franz von Siebold mitgetheilten japanischen Nachrichten ist nach einer von Mamia Rinsô, dem Chef einer kaiserlich japanischen Commission, im Jahr 1808 aufgenommenen Karte Krafto keine Halbinsel, sondern ein auf allen Seiten vom Meere umflossenes Land (Ritter, Erdkunde von Asien Bd. III. S. 488). Das Resultat des verdienstlichen Mamia Rinsô ist neuerlichst im Jahre 1855, als die russische Flotte in der Baie de Castries (Br. 51° 29′) bei Alexandrowsk, also im Süden des vermeintlichen Isthmus, vor Anker lag und sich doch in die Amur-Mündung (Br. 52° 54′) zurückziehen konnte, vollkommen, wie Siebold meldet, bestätigt worden. In der Meerenge, in welcher man ehemals den Isthmus vermuthete, sind bei der Durchfahrt an einigen Stellen nur 5 Faden Tiefe gefunden. Die Insel fängt an wegen der Nähe des großen Amur- oder Saghalin-Stromes politisch wichtig zu werden. Ihr Name, ausgesprochen Karafto oder Krafto, ist die Zusammenziehung von Kara-fu-to, d. i. nach Siebold „die an Kara grenzende Insel"; da in japanisch-chinesischer Mundart Kara das nördlichste China (die Tartarei) bezeichnet, und fu nach dem zuletzt genannten scharfsinnigen Gelehrten hier „daneben liegend" bedeutet. Tschoka ist eine Verstümmelung von Tjoka, und Tarakai aus Missverständniß von dem Namen [illegible] Dorfes Tarakai genommen. [illegible] (Asia polyg. p. 301) ist Tarakai [illegible]

Tsugar-Straße das japanische Drei-Inselreich (Nippon, Sikok und Kin-Sin: nach der trefflichen Karte von Siebold zwischen 41° 32′ und 30° 18′). Von dem Vulkan Kliutschewsk, dem nördlichsten an der östlichen Küste der Halbinsel Kamtschatka, bis zum südlichsten japanischen Insel-Vulkan Iwoga-Sima, in der von Krusenstern durchforschten Meerenge Van Diemen, ist die Richtung der sich in der vielfach gespaltenen Erdrinde äußernden feurigen Thätigkeit genau Nordost in Südwest. Es erhält sich dieselbe in fortgesetzter Reihung durch die Insel Jakuno-Sima, auf der ein Kegelberg sich zu der Höhe von 5478 Fuß (1780 Meter) erhebt, und welche die beiden Straßen Van Diemen und Colnet von einander trennt; durch den Siebold'schen Linschoten-Archipel; durch die Schwefel-Insel des Capitäns Basil Hall (Lung Huang-Schan); durch die kleinen Gruppen der Lieu-Khieu und Madsiko-Sima, welche letztere sich dem Ostrande der großen chinesischen Küsten-Insel Formosa (Thywan) bis auf 23 geogr. Meilen nähert.

Hier bei Formosa (nördl. Breite 25°—26°) ist der wichtige Punkt, wo statt der Erhebungs-Linien NO—SW die der nord-südlichen Richtung beginnen und fast bis zum Parallel von 5° oder 6° südlicher Breite herrschend werden. Sie sind zu erkennen in Formosa und in den Philippinen (Luzon und Mindanao) volle zwanzig Breitengrade hindurch, bald an einer, bald an beiden Seiten die Küsten in der Meridian-Richtung abschneidend: so in der Ostküste der großen Insel Borneo, welche durch den Solo-Archipel mit Mindanao und durch die lange, schmale Insel Palawan mit Mindoro zusammenhängt; so die westlichen Theile der vielgestalteten Celebes und Gilolo; so (was besonders merkwürdig ist) die Meridian-Spalte, auf welcher, 350 geogr. Meilen östlich von der Gruppe der Philippinen und in gleicher Breite, sich die vulkanische und Corallen-Insel-Reihe der Marianen oder Ladronen erhoben hat. Ihre allgemeine Richtung *) ist N 10° O.

Wie wir in dem Parallel der steinkohlenreichen Insel Formosa den Wendepunkt bezeichnet haben, an welchem auf die kurilische Richtung NO—SW die Richtung N—S folgt; so beginnt ein neues Spaltensystem südlich von Celebes und der, schon ost-westlich abgeschnittenen Südküste von Borneo. Die großen und kleinen Sunda-Inseln von Timor-Laut bis West-Bali folgen in 18 Längengraden meist dem mittleren Parallel von 8° südlicher Breite. Im westlichen Java wendet sich die mittlere Achse schon etwas mehr gen Norden, fast OSO in WNW; von der Sunda-Straße bis zu der südlichsten der Nicobaren aber ist die Richtung SO—NW. Die ganze vulkanische Erhebungs-Spalte (O—W und SO—NW) hat demnach ohngefähr eine Erstreckung von 675 geogr. Meilen (eilfmal die Länge der Pyrenäen); von diesen gehören, wenn man die geringe Abweichung Java's gegen Norden nicht achtet, 405 auf die ost-westliche und 270 auf die südost-nordwestliche Achsenrichtung.

Allgemeine geologische Betrachtungen über Form und Reihungs-Gesetze führen so ununterbrochen in der Inselwelt an den Ostküsten Asiens (in dem ungeheuren Raume von 68 Breitengraden) von den Aleuten und dem nördlichen Berings-Meere zu den Molukken und zu den großen und kleinen Sunda-Inseln. In der Parallel-Zone von 5° nördlicher und 10° südlicher Breite hat sich besonders der größte Reichthum von Länderformen entwickelt. Auf eine merkwürdige Weise wiederholen sich meist die Ausbruchs-Richtungen der größeren Theile in einem benachbarten kleineren. So liegt nahe der Südküste von Sumatra und ihr parallel eine lange Inselreihe. Dasselbe bemerken wir in dem kleinen Phänomene der Erzgänge wie in dem größeren der Gebirgszüge ganzer Continente. Gleich-

---

Nino-Name der ganzen Insel. Vergl. Leopold Schrenk's und Cap. Bernards Wittingham's Bemerkungen in Petermann's geogr. Mittheilungen 1856 S. 170 und 184; auch Perry, Expod. to Japan Vol. I. p. 468.

*) Dana, Geology of the Pacific Ocean p. 12. In den Meridianstreifen der südost-asiatischen Inselwelt sind auch die Küsten von Cochinchina seit dem Meerbusen von Tonkin, die von Malacca seit dem Meerbusen von Siam, ja selbst die von Neu-Holland [illegible] 25sten Parallelgrad [illegible]

winkel der Gipfel von ihnen gemessen wurden! Nach C. von Dittmar hat nach dem Ausbruch von 1841 der Kliutschewsk ganz geruht, bis er lavagebend 1853 wieder erwachte. Der Gipfel-Einsturz des Schiweluttsch unterbrach aber die neue Thätigkeit. (Bulletin de la classe physico mathém. de l'Acad. des Se. de St.-Pétersbourg T. XIV. 1856 p. 246.)

Noch vier andere, theils vom Admiral Lütke und theils von Postels genannte Vulkane: den noch rauchenden Apalsk südöstlich vom Dorfe Bolscheretzki, die Schischapinskaja Sopka (Br. 55° 11′), die Kegel Krestowsk (Br. 56° 4′), nahe an der Gruppe Kliutschewsk, und Uschkowsch; habe ich in der obigen Reihe nicht aufgeführt wegen Mangels genauerer Bestimmung. Das kamtschadalische Mittelgebirge, besonders in der Baidaren-Ebene, Br. 57° 20′, östlich von Sedanka, bietet (als wäre sie „der Boden eines uralten Kraters von etwa vier Werst, d. i. eben so viele Kilometer, im Durchmesser") das geologisch merkwürdige Phänomen von Lava- und Schlacken-Ergüssen dar aus einem blasigen, oft ziegelrothen, vulkanischen Gestein, das selbst wieder aus Erdspalten ausgebrochen ist, in größter Ferne von allem Gerüste aufgestiegener Kegelberge (Erman, Reise Bd. III. S. 221, 228 und 273; Buch, Iles Canaries p. 454). Auffallend ist hier die Analogie mit dem, was ich oben über das Malpais, die problematischen Trümmerfelder der mexicanischen Hochebene, umständlich entwickelt habe (Kosmos 4. B. S. 804)

V. Ost-asiatische Inseln.

Von der Torres-Straße, die, unter 10° südl. Breite, Neu-Guinea von Australien trennt, und von den rauchenden Vulkanen von Flores bis zu den nordöstlichsten Aleuten (Br. 55°) erstreckt sich eine, größtentheils vulkanische Inselwelt, welche, unter einem allgemeinen geologischen Gesichtspunkte betrachtet, wegen ihres genetischen Zusammenhanges fast schwer in einzelne Gruppen zu sondern ist, und gegen Süden beträchtlich an Umfang zunimmt. Um von Norden zu beginnen, sehen wir zuerst die von der amerikanischen Halbinsel Alaska ausgehende, bogenförmig*) gekrümmte Reihe der Aleuten durch die der Kupfer- und der Berings-Insel nahe Insel Attu den Alten und Neuen Continent mit einander verbinden, wie im Süden das Meer von Bering schließen. Von der Spitze der Halbinsel Kamtschatka (dem Vorgebirge Lopatka) folgen in der Richtung Nord gen Süd, das Saghalinische oder Ochotskische, durch La Pérouse berühmt gewordene Meer in Osten begrenzend, der Archipel der Kurilen; dann Jezo, vielleicht vormals mit der Südspitze der Insel Krafto †) (Saghalin oder Tschoka) zusammenhangend; endlich jenseits der engen

*) Vergl. Dana's scharfsinnige Bemerkungen on the Curvatures of Ranges of Islands, deren Convexität in der Südsee fast allgemein gegen Süden oder Südost gerichtet ist, in der United States' Explor. Exped. by Wilkes Vol. X. (Geology by James Dana) 1849 p. 419.

†) Die Insel Saghalin, Tschoka oder Tarakai wird von den japanischen Seeleuten Krafto genannt (geschrieben Karafuto). Sie liegt der Mündung des Amur (des Schwarzen Flusses, Saghalian Ula) gegenüber; ist von gutmüthigen, dunkelfarbigen, bisweilen etwas behaarten Ainos bewohnt. Der Admiral Kruzenstern glaubte, wie auch früher die Begleiter von La Pérouse (1787) und Broughton (1797), daß Saghalin durch einen schmalen, sandigen Isthmus (Br. 49° ½′) mit dem asiatischen Continent zusammenhange; aber zufolge der wichtigen von Franz von Siebold mitgetheilten japanischen Nachrichten ist nach einer von Mamia Rinsô, dem Chef einer kaiserlich japanischen Commission, im Jahr 1808 aufgenommenen Karte Krafto keine Halbinsel, sondern ein auf allen Seiten vom Meere umflossenes Land (Ritter, Erdkunde von Asien Bd. III. S. 488). Das Resultat des verdienstlichen Mamia Rinsô ist neuerlichst im Jahre 1855, als die russische Flotte in der Baie de Castries (Br. 51° 29′) bei Alexandrowsk, also im Süden des vermeintlichen Isthmus, vor Anker lag und sich doch in die Amur-Mündung (Br. 52° 54′) zurückziehen konnte, vollkommen, wie Siebold meldet, bestätigt worden. In der Meerenge, in welcher man ehemals den Isthmus vermuthete, sind bei der Durchfahrt an einigen Stellen nur 5 Faden Tiefe gefunden. Die Insel fängt an wegen der Nähe des großen Amur- oder Saghalin-Stromes politisch wichtig zu werden. Ihr Name, ausgesprochen Karafto oder Krafto, ist die Zusammenziehung von Kara-fu-to, d. i. nach Siebold „die an Kara grenzende Insel": da in japanisch-chinesischer Mundart Kara das nördlichste China (die Tartarei) bezeichnet, und fu nach dem zuletzt genannten scharfsinnigen Gelehrten hier „daneben liegend" bedeutet. Tschoka ist eine Verstümmelung von Tsokai, und Tarakai aus Missverständniß von dem Namen eines einzelnen Dorfes Tarraika hergenommen. Nach Klaproth (Asia polyglotta p. 301) ist Taraikai oder Tarakai der heimische

dar, welcher 13 bis 14 Grad südlicher als der der Berings-Straße ist: auf welchem die Tschuktschen scheinen, von Amerika nach Asien, und zwar bis jenseits des Anadyr-Flusses, übergegangen zu sein.

Die kurilische Inselreihe, von der Endspitze von Kamtschatka bis zum Cap Broughton (dem nordöstlichsten Vorgebirge von Jezo), in einer Länge von 180 geogr. Meilen, erscheint mit 8 bis 10 meist noch entzündeten Vulkanen. Der nördlichste derselben, auf der Insel Alaid, bekannt durch große Ausbrüche in den Jahren 1770 und 1793, verdiente wohl endlich genau gemessen zu werden, da man seine Höhe bis zu zwölf- und vierzehntausend Fuß schätzt. Der weit niedrigere Pic Sarytschew (4227 F. nach Horner) auf Matana und die südlichsten japanischen Kurilen, Urup, Jetorop und Kunasiri, haben sich auch als sehr thätige Vulkane gezeigt.

Nun folgen in der Vulkan-Reihe Jezo und die drei großen japanischen Inseln, über welche der berühmte Reisende, Herr von Siebold, zur Benutzung für den Kosmos, mir eine große und wichtige Arbeit wohlwollend mitgetheilt hat. Sie wird das Unvollständige berichtigen, was ich in meinen Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques (T. I. p. 217—234) und in der Asie centrale (T. II. p. 540—552) der großen japanischen Encyclopädie entlehnte.

Die große, in ihrem nördlichen Theile sehr quadratische Insel Jezo (Br. 41°½ bis 45°½), durch die Sangar- oder Tsugar-Straße von Nippon, durch die Straße La Pérouse von der Insel Krafto (Kara-fu-to) getrennt, begrenzt durch ihr nordöstliches Cap den Archipel der Kurilen; aber unfern des nordwestlichen Caps Romanzow auf Jezo, das sich 1½ Grade mehr nach Norden an die Straße La Pérouse vorstreckt, liegt unter Br. 45° 11′ der vulkanische Pic de Langle (5020 F.) auf der kleinen Insel Nisiri. Auch Jezo selbst scheint von Broughton's südlicher Vulkan-Bai an bis gegen das Nordcap hin von einer Vulkan-Reihe durchschnitten zu sein: was um so merkwürdiger ist, als auf dem schmalen Krafto, das fast eine Fortsetzung vom Jezo ist, die Naturforscher der Lapérousischen Expedition in der Baie de Castries rothe poröse Laven- und Schlackenfelder gefunden haben. Auf Jezo selbst zählt Siebold 17 Kegelberge, von denen der größere Theil erloschene Vulkane zu sein scheint. Der Kiaka, von den Japanern Usuga-Take, d. i. Mörserberg, genannt, wegen eines tief eingesunkenen Kraters, und der Kajo-hori sollen beide noch entzündet sein. (Commod. Perry sah zwei Vulkane bei dem Hafen Endermo, lat. 42° 17′, den der Vulkan-Bai aus.) Der hohe Manye (Krusenstern's Kegelberg Pallas) liegt mitten auf der Insel Jezo, ohngefähr in Br. 44°, etwas ost-nord-östlich von der Bai Strogonow.

„Die Geschichtsbücher von Japan erwähnen vor und seit unserer Zeitrechnung nur sechs thätige Vulkane, nämlich zwei auf der Insel Nippon und vier auf der Insel Kiusiu. Die Vulkane von Kiusiu, der Halbinsel Korea am nächsten, sind, in ihrer geographischen Lage von Süden nach Norden gerechnet: 1) der Vulkan Mitake auf dem Inselchen Sayura-Sima, in der nach Süden geöffneten Bai von Kagosima (Provinz Satsuma), Br. 31° 33′, Lg. 128° 21′; 2) der Vulkan Kirisima im District Naka (Br. 31° 45′), Provinz Finga; 3) der Vulkan Aso jama im District Aso (Br. 32° 45′), Provinz Figo; 4) der Vulkan Wunzen auf der Halbinsel Simabara (Br. 32° 44′), im District Takaku. Seine Höhe beträgt nach einer barometrischen Messung nur 1253 Meter oder 3856 Pariser Fuß: er ist also kaum hundert Fuß höher als der Vesuv (Rocca del Palo). Die geschichtlich heftigste Eruption des Vulkans Wunzen war die vom Februar 1793. Wunzen und Aso jama liegen beide ost-süd-östlich von Nangasaki."

„Die Vulkane der großen Insel Nippon sind, wieder von Süden nach Norden gezählt: 1) Vulkan Fusi jama, kaum 4 geogr. Meilen von der südlichen Küste entfernt, im District Fusi (Provinz Surruga; Br. 35° 18′, Lg. 136° 15′). Seine Höhe, gemessen, wie der vorgenannte Vulkan Wunzen auf Kiusiu, von jungen, durch Siebold ausge-

streichende Nebentrümmer des Hauptganges, begleitende Nebenketten (chaînes accompagnantes) liegen oft in beträchtlichen Abständen von einander; sie deuten auf gleiche Ursachen und gleiche Richtungen der formgebenden Thätigkeit in der sich faltenden Erdrinde. Der Conflict der Kräfte bei gleichzeitiger Oeffnung von Spalten entgegengesetzter Richtungen scheint bisweilen wunderbare Gestaltungen neben einander zu erzeugen: so in den Molukken Celebes und Gilolo.

Nachdem wir den inneren geologischen Zusammenhang des ost- und süd-asiatischen Inselsystems entwickelt haben, setzen wir, um von den alt-eingeführten, etwas willkührlichen, geographischen Abtheilungen und Nomenclaturen nicht abzugehen, die südliche Grenze der ost-asiatischen Inselreihe (den Wendepunkt) bei Formosa, wo die Richtung NO—SW in die N—S übergeht, unter dem 24sten Grad nördlicher Breite. Die Aufzählung geschieht wieder von Norden nach Süden: von den östlichsten, mehr amerikanischen Aleuten beginnend.

Die vulkanreichen aleutischen Inseln begreifen von Osten nach Westen die Fuchs-Inseln, unter denen sich die größten aller: Unimak, Unalaschka und Umnak, befinden; die Andrejanowskischen: unter denen Atcha, mit drei rauchenden Vulkanen, und der mächtige, von Sauer schon abgebildete Vulkan von Tanaga die berufensten sind; die Ratten-Inseln und die etwas getrennten Inseln Blynie: unter denen, wie schon oben gesagt, Attu den Uebergang zu der, Asien nahen Commandeur-Gruppe (Kupfer- und Berings-Insel) macht. Die mehrfach wiederholte Behauptung, als fange auf der Halbinsel Kamtschatka die, von NNO nach SSW gerichtete Reihe der Continental-Vulkane erst da an, wo die vulkanische Erhebungs-Spalte der Aleuten unterseeisch die Halbinsel schneidet; als biete diese Aleuten-Spalte wie eine Zuleitung dar: scheint wenig begründet zu sein. Nach des Admirals Lütke Karte des Berings-Meeres liegen die Insel Attu das westliche Extrem der Aleuten-Reihe, Br. 52° 46′, die unvulkanische Kupfer- und Berings-Insel Br. 54° 30′ bis 55° 20′; und die Vulkan-Reihe von Kamtschatka beginnt schon unter dem Parallel von 56° 40′ mit dem großen Vulkan Schiweinsch, westlich vom Cap Stolbowoy. Die Richtung der Eruptiv-Spalten ist auch sehr verschieden, fast entgegengesetzt. Auf Unimak ist der höchste der aleutischen Vulkane, nach Lütke 7578 Fuß. Nahe an der Nordspitze von Umnak hat sich im Monat Mai 1796 unter sehr merkwürdigen, in Otto's von Kotzebue Entdeckungsreise (B. II. S. 106) vortrefflich geschilderten Umständen die fast acht Jahre entzündet gebliebene Insel Agaschagolh (oder Sanctus Johannes Theologus) aus dem Meere erhoben. Nach einem von Krusenstern bekannt gemachten Berichte hatte sie im Jahr 1819 fast vier geographische Meilen im Umfang und noch 2100 Fuß Höhe. Auf der Insel Unalaschka würden besonders die von dem scharfsinnigen Chamisso angegebenen Verhältnisse der hornblende-reichen Trachyte des Vulkans Matuschkin (5136 F.) zu dem schwarzen Porphyr (?) und dem nahen Granite verdienen von einem mit dem Zustande der neueren Geologie vertrauten, die Zusammensetzung der Gebirgsarten oryctognostisch und sicher untersuchenden Beobachter erforscht zu werden. Von den zwei sich nahen Inseln der Pribytow-Gruppe, welche vereinzelt in dem Berings-Meer liegen, ist St. Paul ganz vulkanisch, reich an Lava und Bimsstein, wenn dagegen die St. Georgs-Insel nur Granit und Gneiß enthält.

Nach der vollständigsten Aufzählung, die wir bisher besitzen, scheint die 240 geographische Meilen lange Reihe der Aleuten über 34, meist in neuen, historischen Zeiten thätige Vulkane zu enthalten. So sehen wir hier (unter 54° und 60° Breite und 162°—198° westlicher Länge) einen Streifen des ganzen Meeresgrundes zwischen zwei großen Continenten in steter, schaffender und zerstörender Wechselwirkung. Viele Inseln mögen in der Folge von Jahrtausenden, wie in der Gruppe der Azoren, dem Erscheinen über der Meeresfläche nahe, viele lange erschienene ganz oder theilweise unbeobachtet versunken sein! Zur Völker-Mischung, zum Uebergange von Volksstämmen bietet die aleutische Inselreihe einen Weg

dar, welcher 13 bis 14 Grad südlicher als der der Berings-Straße ist: auf welchem die Tschuktschen *scheinen*, von Amerika nach Asien, und zwar bis jenseits des Anadyr-Flusses, übergegangen zu sein.

Die *kurilische Inselreihe*, von der Endspitze von Kamtschatka bis zum Cap Broughton (dem nordöstlichsten Vorgebirge von Jezo), in einer Länge von 180 geogr. Meilen, erscheint mit 8 bis 10 meist noch entzündeten Vulkanen. Der nördlichste derselben, auf der Insel Alaid, bekannt durch große Ausbrüche in den Jahren 1770 und 1793, verdiente wohl endlich genau gemessen zu werden, da man seine Höhe bis zu zwölf- und einzehntausend Fuß schätzt. Der weit niedrigere Pic Sarytschew (4227 F. nach Horner) auf Matana und die südlichsten japanischen Kurilen, Urup, Jetorop und Kunasiri, haben sich auch als sehr thätige Vulkane gezeigt.

Nun folgen in der Vulkan-Reihe *Jezo* und die drei großen *japanischen* Inseln, über welche der berühmte Reisende, Herr von *Siebold*, zur Benutzung für den Kosmos, mir eine große und wichtige Arbeit wohlwollend mitgetheilt hat. Sie wird das Unvollständige berichtigen, was ich in meinen Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques (T. I. p. 217—234) und in der Asie centrale (T. II. p. 540—552) der großen japanischen Encyclopädie entlehnte.

Die große, in ihrem nördlichen Theile sehr quadratische Insel *Jezo* (Br. 41°½ bis 45°½), durch die Sangar- oder Tsugar-Straße von Nippon, durch die Straße La Pérouse von der Insel Krafto (Kara-fu-to) getrennt, begrenzt durch ihr nordöstliches Cap den Archipel der Kurilen; aber unfern des nordwestlichen Caps Romanzow auf Jezo, das sich 1½ Grade mehr nach Norden an die Straße La Pérouse vorstreckt, liegt unter Br. 45° 11' der vulkanische Pic de Langle (5020 F.) auf der kleinen Insel Risiri. Auch Jezo selbst scheint von Broughton's südlicher Vulkan-Bai an bis gegen das Nordcap hin von einer Vulkan-Reihe durchschnitten zu sein: was um so merkwürdiger ist, als auf dem schmalen Krafto, das fast eine Fortsetzung von Jezo ist, die Naturforscher der Lapérousischen Expedition in der Baie de Castries rothe poröse Laven- und Schlackenfelder gefunden haben. Auf Jezo selbst zählt Siebold 17 Kegelberge, von denen der größere Theil erloschene Vulkane zu sein scheint. Der Kiaka, von den Japanern Usuga-Take, d. i. Mörserberg, genannt, wegen eines tief eingesunkenen Kraters, und der Kajo-heri sollen beide noch entzündet sein. (Commod. Perry sah zwei Vulkane bei dem Hafen Endermo, lat. 42° 17', von der Vulkan-Bai aus.) Der hohe Mauye (Krusenstern's Kegelberg *Pallas*) liegt mitten auf der Insel Jezo, ohngefähr in Br. 44°, etwas ost-nord-östlich von der Bai Strogonow.

„Die Geschichtsbücher von Japan erwähnen vor und seit unserer Zeitrechnung nur sechs thätige Vulkane, nämlich zwei auf der Insel Nippon und vier auf der Insel Kinsiu. Die Vulkane von *Kiusiu*, der Halbinsel Korea am nächsten, sind, in ihrer geographischen Lage *von Süden nach Norden* gerechnet: 1) der Vulkan *Mitake* auf dem Inselchen Sayura-Sima, in der nach Süden geöffneten Bai von Kagosima (Provinz Satsuma), Br. 31° 33', Lg. 128° 21'; 2) der Vulkan *Kirisima* im District Naka (Br. 31° 45'), Provinz Finga; 3) der Vulkan *Aso jama* im District Aso (Br. 32° 45'), Provinz Figo; 4) der Vulkan *Wunzen* auf der Halbinsel Simabara (Br. 32° 44'), im District Takaku. Seine Höhe beträgt nach einer barometrischen Messung nur 1253 Meter oder 3856 Pariser Fuß: er ist also kaum hundert Fuß höher als der Vesuv (Rocca del Fab). Die geschichtlich heftigste Eruption des Vulkans Wunzen war die vom Februar 1793. Wunzen und Aso jama liegen beide ost-süd-östlich von Nangasaki."

„Die Vulkane der großen Insel *Nippon* sind, wieder von Süden nach Norden gezählt: 1) Vulkan *Fusi jama*, kaum 4 geogr. Meilen von der südlichen Küste entfernt, im District Fusi (Provinz Suruga; Br. 35° 18', Lg. 136° 15'). Seine Höhe, gemessen, wie der vorgenannte Vulkan Wunzen auf Kinsiu, von jungen, durch Siebold ausge-

ildeten Japanern, erreicht 3793 Meter oder 11675 Pariser Fuß; er ist also fast 300 Fuß öher als der Pic von Teneriffa, mit dem ihn schon Kämpfer vergleicht (Wilhelm Heine, Reise nach Japan 1856 Bd. II. S. 4). Die Erhebung dieses Kegelberges wird im 5ten Regierungsjahre des VI. Mikado (286 Jahre vor unserer Zeitrechnung) mit diesen (geognostisch merkwürdigen) Worten beschrieben: „In der Landschaft Omi versinkt eine bedeutende Strecke Landes, ein Binnensee bildet sich und der Vulkan Fusi kommt zum Vorschein." Die geschichtlich bekanntesten, heftigsten Eruptionen aus den christlichen Jahrhunderten sind gewesen die von 799, 800, 863, 937, 1032, 1083 und 1707; seitdem ruht er Berg. 2) Vulkan Asama jama: der centralste der thätigen Vulkane im Inneren es Landes; 20 geogr. Meilen von der süd-süd-östlichen und 13 Meilen von der nord-nord-westlichen Küste entfernt; im District Saku (Provinz Sinano); Br. 36° 22′, Lg. 136° 18′: also zwischen den Meridianen der beiden Hauptstädte Mijako und Jedo. Bereits im Jahre 864 hatte, gleichzeitig mit dem Vulkan Fusi jama, der Asama jama einen Ausbruch. Besonders verheerend und heftig war der vom Monat Julius 1783. Seitdem bleibt der Asama jama in fortdauernder Thätigkeit."

„Außer diesen Vulkanen wurden von europäischen Seefahrern noch zwei kleine Inseln mit rauchenden Kratern beobachtet, nämlich: 3) das Inselchen Iwôgasima oder Iwôsima (sima bedeutet Insel und iwô Schwefel; ga ist bloß ein Affixum des Nominativs), île du Volcan nach Krusenstern: im Süden von Kiusiu, in der Straße Van Diemen, unter 30° 13′ N. B. und 127° 58′ O. L.; nur 54 englische Meilen von oben genannten Vulkan Mitake entfernt; Höhe des Vulkans 2220 F. (715m). Dieses Inselchen erwähnt bereits Kinschoten im Jahr 1596, mit den Worten: „solches Eiland hat einen Vulkan, der ein Schwefel- oder feuriger Berg ist." Auch findet es sich auf den ältesten holländischen Seekarten unter dem Namen Vulcanus (Fr. v. Siebold, Atlas vom Jap. Reiche, tab. XI). Krusenstern hat die Vulkan-Insel rauchen gesehn (1804); ebenso Capt. Blake 1838, wie Guérin und de la Roche Poncié 1846. Höhe des Kegels nach dem letzteren Seefahrer 2218 F. (715m). Das felsige Inselchen, dessen Landgrebe in der Naturgeschichte der Vulkane (Bd. I. S. 355) nach Kämpfer ohnweit Firato (Firando) als Vulkans erwähnt, ist unstreitig Iwosima; denn die Gruppe, zu welcher Iwosima gehört, heißt Kiusiu ku sima, d. i. die neun Inseln von Kiusiu, und nicht die 99 Inseln. Eine solche Gruppe giebt es bei Firato, nördlich von Nagasaki, und überhaupt in Japan nicht. 4) Die Insel Ohosima (Barneveld's Eiland, île de Vries nach Krusenstern); sie wird zur Provinz Idsu auf Nippon gerechnet und liegt vor der Bucht von Wodawara, unter 34° 42′ N. B. und 137° 4′ O. L. Broughton sah (1797) Rauch dem Krater entsteigen; vor kurzem hatte ein heftiger Ausbruch des Vulkans statt. Von dieser Insel zieht sich eine Reihe kleiner vulkanischer Eilande in südlicher Richtung bis Fatsi sjo (33° 6′ N. B.) hin und setzt sich bis nach den Bonin-Inseln (26° 30 N. B. und 139° 45′ O. L.) fort, welche nach A. Postels (Lutké, Voyage autour du monde dans les années 1826—29 T. III. p. 117) auch vulkanisch und sehr heftigen Erdbeben unterworfen sind."

„Dies sind also die acht geschichtlich thätigen Vulkane im eigentlichen Japan, in und nahe den Inseln Kiusiu und Nippon. Außer diesen geschichtlich bekannten acht Vulkanen ist aber noch eine Reihe von Kegelbergen aufzuführen, von denen einige, durch sehr deutlich, oft tief eingeschnittene Krater ausgezeichnet, als längst erloschene Vulkane erscheinen: so der Kegelberg Kaimon, Krusenstern's Pic Horner, im südlichsten Theile der Insel Kiusiu, an der Küste der Straße Van Diemen, in der Provinz Satsum (Br. 31° 9′), kaum 6 geogr. Meilen entfernt in SSW von dem thätigen Vulkan Mitake; so auf Sikok der Kofusi oder kleine Fusi; auf dem Inselchen Kutsunosima (Provinz Ijo), Br. 33° 45′, an der östlichen Küste der großen Straße Suwo Nada oder van der Capellen, welche die drei großen Theile des japanischen Reichs: Kiusiu, Sikok und Nippon, trennt. Auf dem letzten, der Hauptinsel, werden von Südwest nach Nordost

neun solcher, wahrscheinlich trachytischer Kegelberge gezählt, unter welchen die merkwürdigsten sind: der Sira jama (weiße Berg) in der Provinz Kaga, Br. 36° 5′: welcher, wie der Tsjo kaisan in der Provinz Dewa (Br. 39° 10′), für höher als der südliche, über 11600 Fuß hohe Vulkan Fusi jama geschätzt wird. Zwischen beiden liegt in der Provinz Jetsigo der Jaki jama (Flammenberg, in Br. 36° 53′). Die zwei nördlichsten Kegelberge an der Tsugar-Straße, im Angesicht der großen Insel Jezo, sind: 1) der Iwaki jama, welchen Krusenstern, der sich ein unsterbliches Verdienst um die Geographie von Japan erworben hat, den Pic Tilesius nennt (Br. 40° 42′); und 2) der Jake jama (brennende Berg, Br. 41° 20′), in Nambu, auf der nordöstlichsten Endspitze von Nippon, mit Feuerausbrüchen seit ältester Zeit."

In dem continentalen Theile der nahen Halbinsel Korea oder Korai (sie verbindet sich unter den Parallelen von 34° und 34°½ fast mit Kiusiu durch die Eilande Tsu sima und Iki) sind, trotz ihrer Gestalt-Aehnlichkeit mit der Halbinsel Kamtschatka, bisher keine Vulkane bekannt geworden. Die vulkanische Thätigkeit scheint auf die nahe gelegenen Inseln eingeschränkt zu sein. So stieg im Jahre 1007 der Insel-Vulkan Tsinmura, den die Chinesen Tanlo nennen, aus dem Meere hervor. Ein Gelehrter, Tien-kong-tschi, wurde ausgesandt, um das Phänomen zu beschreiben und ein Bild davon anzufertigen.*) Es ist besonders die Insel Se he sure (Quelpaerts der Holländer), auf welcher die Berge überall eine vulkanische Kegelform zeigen. Der Centralberg erreicht nach La Pérouse und Broughton 6000 Fuß Höhe. Wie viel Vulkanisches mag nicht noch in dem westlichen Archipel zu entdecken sein, wo der König der Korea in seinem Titel sich König von 10000 Inseln nennt!

Von dem Pic Horner (Kaimon ga take) an der westlichen Südspitze von Kiu-siu, im japanischen Drei-Inselreiche, zieht sich in einem Bogen, der gegen Westen geöffnet ist, eine kleine vulkanische Inselreihe hin, und begreift zwischen den Straßen Van Diemen und Colnett Jakuno sima und Tanega sima, dann südlich von der Straße Colnett in der Linschoten-Gruppe†) von Siebold (Archipel Cecille des Cap. Guérin), welche sich bis zum Parallel von 29° erstreckt, die Insel Suwase sima, die Vulkan-Insel des Cap. Belcher (Br. 29° 39′ und Lg. 127° 21′): in Höhe von 2630 Fuß (855ᵐ) nach de la Roche Poncié; dann Basil Hall's Schwefel-Insel (Sulphur Island), die Tori sima oder Vogel Insel der Japaner, Lung-hoang-schan des Pater Gaubil: Br. 27° 51′, Lg. 125° 54′, nach der Bestimmung des Cap. de la Roche Poncié von 1848. Da sie auch Iwo sima genannt wird, so ist sie nicht mit der homonymen nördlicheren Insel in der Straße Van Diemen zu verwechseln. Die erstere ist von Basil Hall vortrefflich beschrieben worden. Zwischen 26° und 27° Breite folgen die Gruppe der Lieu-khieu- oder Lew-Chew-Inseln (von den Bewohnern Loo Choo genannt), von denen Klaproth bereits 1824 eine Specialkarte geliefert hat; und südwestlicher der kleine Archipel von Madschiko sima, welcher sich an die große Insel Formosa anschließt und von mir als das Ende der ost-asiatischen Inseln betrachtet wird. Nahe bei der östlichen Küste von Formosa (lat. 24°) ist vom Lieut. Boyle im October 1853 ein großer Vulkan-Ausbruch im Meere beobachtet worden (Commod. Perry, Exped. to Japan Vol. I. p. 500). In den Bonin-Inseln (Buna-Sima der Japaner, lat. 26°½ bis 27°¾, lg. 139° 55′) hat Peel's Insel mehrere schwefel- und schlackenreiche, wie es scheint, vor nicht langer Zeit ausgebrannter Krater (Perry I. p. 200 und 209).

---

*) Vergl. die Uebersetzungen von Stanislas Julien aus der japanesischen Encyclopädie in meiner Asie centrale T. II. p. 551.

†) Vergl. Kaart van den Zuid- en Zuidwest-Kust van Japan door F. von Siebold 1851.

VI. Süd-aſiatiſche Inſeln.

reifen unter dieſe Abtheilung Formoſa (Thaywan), die Philippinen, ba-Inſeln und die Molukken. Die Vulkane von Formoſa hat uns roth nach chineſiſchen, immer ſo ausführlich naturbeſchreibenden Quellen kennen Es ſind ihrer vier: unter denen der Tſchy-kang (Rothberg), mit einem terſee, große Feuerausbrüche gehabt hat. Die kleinen Baſchi-Inſeln abuyanen, welche nach 1831 nach Meyen's Zeugniß einen heftigen Feuer- clitten, verbinden Formoſa mit den Philippinen, von denen die zerſtückel- eineren Inſeln die vulkanreichſten ſind. Leopold von Buch zählt auf ihnen 19 e Kegelberge, im Lande Volcanes genannt, aber wahrſcheinlich theilweiſe ge- rachytiſche Dome. Dana glaubt, daß es im ſüdlichen Luzon jetzt nur zwei ent- lkane giebt: den Vulkan Taal, der ſich in der Laguna de Bongbong erhebt; Circus, welcher wiederum eine Lagune einſchließt (Kosmos 4. B. S. 763); n ſüdlichen Theile der Halbinſel Camarines den Vulkan Albay oder elchen die Eingeborenen Iſaroe nennen. Letzterer (3000 Fuß hoch) hatte ptionen in den Jahren 1800 und 1814. In dem nördlichen Theile von Luzon t und Glimmerſchiefer, ja ſelbſt Sediment-Formationen mit Steinkohlen ver-

ggedehnte Gruppe der Sulu- (Solo-) Inſeln (wohl 100 an der Zahl), Mindanao und Borneo, iſt theils vulkaniſch, theils von Corallenriffen durchzo- te ungeöffnete, trachytiſche, kegelförmige Pics werden freilich von den Spaniern es genannt.

an alles, was im Süden vom fünften nördlichen Breitengrade (im Süden von pinen) zwiſchen den Meridianen der Nicobaren und des Nordweſtens von Neu- gt: alſo die großen und kleinen Sunda-Inſeln und die Molukken, hmuſtert; ſo findet man als Reſultat der großen Arbeit des Dr. Junghuhn Kranz von Inſeln, welche das faſt continentale Borneo umgeben, 109 hohe feuer- erge und 10 Schlamm-Vulkane." Dies iſt nicht eine ohngefähre Schätzung, e wirkliche Aufzählung.

:o, die Giava maggiore des Marco Polo ‡), bietet bis jetzt noch keine ſichere einem thätigen Vulkane dar; aber freilich ſind auch nur ſchmale Streifen des an der Nordweſt-Seite bis zur kleinen Küſten-Inſel Labuan und bis zum ambangan; an der Weſtküſte am Ausfluß des Pontianak; an der ſüd- Spitze im Diſtrict Banjermas-Sing wegen der Gold-, Diamant- und

meine Fragmens de Géologie et de Cli- ſiatiques T. I. p. 82, die gleich nach mei- von der ſibiriſchen Expedition erſchienen ie Asie centrale: in welcher ich die von ußerte Meinung, der ich früher ſelbſt on- e den Zuſammenhang der Schneeberge des it der chineſiſchen Provinz Yun-nan und nordweſtlich von Canton wahrſcheinlich erlegt habe. Die über 11000 Fuß hohen Formoſa gehören, wie der, Fu-kian weſt- de Ta-ju-ling, zu dem Syſtem der Meri- n am Oberen Aſſam im Lande der Birma- er Gruppe der Philippinen.

a, Geology in der Explor. Exped. Vol. 545; Ernſt Hofmann, geogn. Beob. auf n Otto von Kotzebue S. 70; Léop. de ription physique des Iles Canaries pag. Vergl. des Piloten Don Antonio Morati ſiſche Karte der Islas Filipinas (Madrid ri Blättern.

‡) Marco Polo unterſcheidet (Parte III. cap. 5 und 8) Giava *minore* (Sumatra), wo er ſich 5 Monate aufhielt und den in Java fehlenden Elephanten beſchreibt (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 218) von der früher beſchriebenen Giava (maggiore), la quale, secondo dicono i marinai, che bene lo sanno, è l'isola più grande che sia al mondo. Dieſe Behauptung iſt heute noch wahr. Nach den Umriſſen der Karte von Borneo und Celebes von James Brooke und Cap. Rodney Mundy finde ich das Areal von Borneo 12920 geographiſche Quadratmeilen, nahe gleich dem von der Inſel Neu-Guinea, aber nur 1/10 des Continents von Neu-Holland. Marco Polo's Nachricht von dem „vielen Golde und den großen Reichthümern, welche die mercanti di Zaiton e del Mangi" von dort ausführen, beweiſt, daß er (wie auch noch Martin Behaim auf dem Nürnberger Globus von 1492 und Johann Ruyſch in der, für die Entdeckungsgeſchichte von Amerika ſo wichtigen, römiſchen Ausgabe des Ptolemäus von 1508 thun unter Java major Borneo verſteht

Platina-Wäschen) bekannt. Man glaubt auch nicht, daß der höchste Berg der ganzen Insel, vielleicht der ganzen südasiatischen Inselwelt, der zweigipflige Kina Bailu an der Nordspitze, nur acht geogr. Meilen von der Piraten-Küste entfernt, ein Vulkan sei. Cap. Belcher findet ihn 12850 Pariser Fuß hoch, also fast noch 4000 Fuß höher als den Gunung Pasaman (Ophyr) von Sumatra.*) Dagegen nennt Rajah Brooke in der Provinz Sarawak einen viel niedrigeren Berg, dessen Name Gunung Api (Feuerberg im Malayaischen) wie seine umherliegenden Schlacken auf eine ehemalige vulkanische Thätigkeit schließen lassen. Große Niederlagen von Goldsand zwischen quarzigen Gangstücken, das viele Waschzinn der Flüsse an entgegengesetzten Ufern, der feldspathreiche Porphyr †) von den Sarambo-Bergen deuten auf eine große Verbreitung sogenannter Ur- und Uebergangs-Gebirge. Nach den einzigen sicheren Bestimmungen, welche wir von einem Geologen besitzen (von dem Dr. Ludwig Horner, Sohn des verdienstvollen Züricher Astronomen und Weltumseglers), werden im südöstlichen Theile von Borneo in mehreren schwunghaft bearbeiteten Wäschen vereint, ganz wie am sibirischen Ural, Gold, Diamanten, Platina, Osmium und Iridium (doch bisher nicht Pallodium) gefunden. Formationen von Serpentin, Gabbro und Syenit gehören in großer Nähe einer 3200 Fuß hohen Gebirgskette, der der Ratuhs-Berge, an. ‡)

Von den übrigen drei großen Sunda-Inseln werden nach Junghuhn der noch jetzt thätigen Vulkane auf Sumatra 6 bis 7, auf Java 20 bis 23, auf Celebes 11; auf Flores 6 gezählt. Von den Vulkanen der Insel Java haben wir schon oben (Kosmos 4. B. S. 792—795) umständlich gehandelt. In dem noch nicht ganz durchforschten Sumatra sind unter 19 Kegelbergen von vulkanischem Ansehen sechs thätig. ||) Als solche sind erkannt: der Gunung Indrapura, ohngefähr 11500 F. hoch, nach zur See gemessenen Höhenwinkeln, und vielleicht von gleicher Höhe als der genauer gemessene Semeru oder Maha-Meru auf Java; der vom Dr. L. Horner erstiegene Gunung Pasaman, auch Ophir genannt (9010 F.), mit einem fast erloschenen Krater; der schwefelreiche Gunung Salasi, mit Schlacken-Auswürfen in den Jahren 1833 und 1845; Gunung Merapi (8980 F.): ebenfalls vom Dr. L. Horner, in Begleitung des Dr. Kerthals, im Jahr 1834 erstiegen, der thätigste aller Vulkane Sumatra's und nicht mit den zwei gleichnamigen von Java §) zu verwechseln; Gunung Ipu, ein abgestumpfter, rauchender Kegel; Gunung Dempo im Binnenlande von Benkulen, zu zehntausend Fuß Höhe geschätzt.

So wie vier Inselchen als Trachytkegel, unter denen der Pic Nekata und Panabitam (die Prinzen-Insel) die höchsten sind, in der Sunda-Straße aufsteigen und die Vulkan-Reihe von Sumatra mit der gedrängten Reihe von Java verbinden; so schließt sich das östliche Ende Java's mit seinem Vulkan Idjen durch die thätigen Vulkane Gunung Batur und Gunung Agung auf der nahen Insel Bali an die lange Kette der Kleinen Sunda-Inseln an. In dieser folgen östlich von Bali der rauchende, nach der trigonometrischen Messung des Herrn Melville de Carnbee 11600 F. hohe Vulkan Rindjani auf der Insel Lombok; der Temboro (5500 F.) auf Sumbawa oder Sambawa: dessen die Luft verfinsternder Aschen- und Bimssstein-Ausbruch (April 1815) zu den größten gehört, deren Andenken die Geschichte aufbewahrt hat; ¶) sechs zum Theil noch rauchende Kegelberge auf Flores....

---

*) Cap. Mundy's Karte (Coast of Borneo proper 1847) giebt gar 14000 engl. Fuß (13135 Par. F.) an. Zweifel gegen diese Angabe s. in Junghuhn's Java Bd. II. S. 850. Der Coloß Kina Bailu ist kein Kegelberg; seiner Gestalt nach gleicht er vielmehr den, unter allen Breiten vorkommenden Basaltbergen, die einen langen Rücken mit zwei Endkuppen bilden.

†) Brookes Borneo and Celebes Vol. II. pag 382, 384 und 386.

‡) Horner in den Verhandelingen van het Batavinasch Genootschap van kunsten en wetenschappen Deel XVII. (1839) p. 284; Asie centr. T. III. p. 534—537.

||) Junghuhn, Java Bd. II. S. 849 (Batta-Länder Bd. I. S. 39).

§) Kosmos 4. Bnd. S. 791.

¶) Java Bd. II. S. 818—828.

oße, vielarmige Insel Celebes enthält sechs Vulkane, die noch nicht alle er-
D; sie liegen vereinigt auf der nordöstlichen schmalen Halbinsel Menado. Ne-
t sprudeln siedend heiße Schwefelquellen, in deren eine, nahe dem Wege von
ach Lamovang, ein viel gewanderter und frei beobachtender Reisender, mein pie-
er Freund, der Graf Carlo Bidua, einsank und an Brandwunden, welche der
erzeugte, den Tod fand. Wie in den Molukken die kleine Insel Banda aus
1586 bis 1824 thätigen, kaum 1700 F. Höhe erreichenden Vulkan Gunung Api;
die größere Insel Ternate auch nur aus einem einzigen, an 5400 F. hohen
e, Gunung Gama Lama, dessen heftige Ausbrüche von 1838 bis 1849 (nach
anderthalb-hundertjähriger gänzlicher Ruhe) zu zehn verschiedenen Epochen be-
worden sind. Nach Junghuhn ergoß sich bei der Eruption vom 3. Februar 1840
Spalte nahe bei dem Fort Toluko ein Lavastrom, der bis zum Gestade herab-
sei es, daß die Lava eine zusammenhangende, ganz geschmolzene Masse bildete;
in glühenden Bruchstücken ergoß, welche herabrollten und durch den Druck der
genden Massen über die Ebene hingeschoben wurden." Wenn zu den hier ein-
nten wichtigeren vulkanischen Kegelbergen die vielen sehr kleinen Insel-Vulkane
werden, deren hier nicht Erwähnung geschehen konnte, so steigt †), wie schon oben
orden, die Schätzung aller südlich von dem Parallel des Caps Serangani auf
o, einer der Philippinen, und zwischen den Meridianen des Nordwest-Caps von
nea in Osten und der Nicobaren- und Andaman-Gruppe in Westen gelegenen
ze auf die große Zahl von 109. Diese Schätzung ist in dem Sinne gemacht, als
a 45, meist kegelförmige und mit Kratern versehene Vulkane aufgezählt werden."
n sind aber nur 21, von der ganzen Summe der 109 etwa 42 bis 45, als jetzt
storischen Zeiten thätige erkannt. Der mächtige Pic von Timor diente einst
ahrern zum Leuchtthurme, wie Stromboli. Auf der kleinen Insel Pulu Batu
Komba genannt), etwas nördlich von Flores, sah man 1850 einen Vulkan
Lava bis an den Meeresstrand ergießen; eben so früher (1812) und ganz neuer-
Frühjahr 1856, den Pic auf der größeren Sangir-Insel zwischen Magin-
d Celebes. Ob auf Amboina der berufene Kegelberg Wawani oder Ateti
heißen Schlamm 1674 ergossen habe, bezweifelt Junghuhn, und schreibt gegen-
te Insel nur den Solfataren zu. Die große Gruppe der süd-asiatischen
ängt durch die Abtheilung der westlichen Sunda-Inseln mit den Nicobaren
damanen des indischen Oceans, durch die Abtheilung der Molukken und Phi-
mit den Papuas, Pelew-Inseln und Carolinen der Südsee zusammen. Wir
ber hier zuerst die minder zahlreichen und zerstreuteren Gruppen des indischen
folgen.

VII. Der indische Ocean.

greift den Raum zwischen der Westküste der Halbinsel Malacca oder der Birmanen
Ostküste von Afrika, also in seinem nördlichen Theile den bengalischen Meerbusen
arabische und äthiopische Meer einschließend. Wir folgen der vulkanischen Thätig-
indischen Oceans in der Richtung von Nordost nach Südwest.

n Island (die Wüste Insel) in dem bengalischen Meerbusen, etwas östlich von
en Andamans-Insel (Br. 12° 15), wird mit Recht ein thätiger Ausbruch-Kegel
der aus einem Erhebungs-Krater hervorragt. Das Meer dringt durch eine
Oeffnung ein und füllt ein inneres Becken. Die Erscheinung dieser, von Hors-
791 aufgefundenen Insel ist überaus lehrreich für die Bildungs-Theorie vulkani-

. O. S. 840—842. | †) A. a. O. S. 853.

scher Gerüste. Man sieht hier vollendet und permanent, was in Santorin und an andern Punkten der Erde die Natur nur vorübergehend darbietet. *) Die Ausbrüche im November 1803 waren, wie die des Sangay in den Cordilleren von Quito, sehr bestimmt periodisch, mit Intervallen von 10 Minuten; Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akademie aus den J. 1818—1819 S. 62.

Die Insel Narcondam (Br. 13° 24′), nördlich Barren Island, hat auch in früheren Zeiten vulkanische Thätigkeit gezeigt: eben so wie noch nördlicher und der Küste von Arracan nahe (10° 52′) der Kegelberg der Insel Cheduba (Silliman's American Journal Vol. 38 p. 385).

Der thätigste Vulkan, nach der Häufigkeit des Lava-Ergusses gerechnet, nicht bloß in dem indischen Ocean, sondern fast in der ganzen Süd-Hemisphäre zwischen den Meridianen der Westküste von Neu-Holland und der Ostküste von Amerika, ist der Vulkan der Insel Bourbon in der Gruppe der Mascareignes. Der größere, besonders der westliche und innere Theil der Insel, ist basaltisch. Neuere olivin-arme Basaltgänge durchsetzen das ältere, olivinreiche Gestein; auch Schichten von Ligniten sind in Basalt eingeschlossen. Die Culminationspunkte der Gebirgs-Insel sind le Gros Morne und le trois Salazes, deren Höhe la Caille zu 10000 Fuß überschätzte. Die vulkanische Thätigkeit ist jetzt auf den südöstlichen Theil, le Grand Pays brûlé, eingeschränkt. Der Gipfel des Vulkans von Bourbon, welcher fast jedes Jahr nach Hubert zwei, oft das Meer erreichende Lavaströme giebt, hat nach der Messung von Berth 7507 Fuß Höhe. †) Er zeigt viele Ausbruch-Kegel, denen man besondere Namen gegeben hat und die abwechselnd speien. Die Ausbrüche am Gipfel sind selten. Die Laven enthalten glasigen Feldspath, und sind daher mehr trachytisch als basaltisch. Der Aschenregen enthält oft Olivin in langen und feinen Fäden: ein Phänomen, das sich am Vulkan von Owaihi wiederholt. Ein starker, die ganze Insel Bourbon bedeckender Ausbruch solcher Glasfäden ereignete sich im Jahr 1821.

Von der nahen und großen Terra incognita, Madagascar, sind nur bekannt die weite Verbreitung des Bimssteins bei Tintingue, der französischen Insel Sainte Marie gegenüber; und das Vorkommen des Basalts südlich von der Bai von Diego Suarez, nahe bei dem nördlichsten Cap d'Ambre, umgeben von Granit und Gneiß. Der südliche Central-Rücken der Amboyhistmene-Berge wird (wohl sehr ungewiß) auf 10000 Fuß geschätzt. Westlich von Madagascar, im nördlichen Ausgange des Canals von Mozambique, hat die größte der Comoro-Inseln einen brennenden Vulkan (Darwin, Coral Reefs p. 122.)

Die kleine vulkanische Insel St. Paul (38° 38′), südlich von Amsterdam, wird vulkanisch genannt nicht bloß wegen ihrer Gestaltung, welche an die von Santorin, Barren Island und Deception Island in der Gruppe der New-Shetland-Inseln lebhaft erinnert; sondern auch wegen der mehrfach beobachteten Feuer- und Dampf-Eruptionen in der neueren Zeit. Die sehr charakteristische Abbildung, welche Valentyn in seinem Werke über die Banda-Inseln bei Gelegenheit der Expedition des Willem de Blaming (Nov. 1696) giebt, stimmt vollkommen, wie die Breiten-Angabe, mit den Abbildungen im Atlas der Expedition von Macartney und der Aufnahme von Capt. Blackwood (1842) überein. Die kraterförmige, fast eine englische Meile weite, runde Bai ist von nach innen senkrecht abgestürzten Felsen überall umgeben, mit Ausnahme einer schmalen Oeffnung, durch welche das Meer bei Fluthzeit eintritt. Die die Kraterränder bildenden Felsen fallen nach außen sanft und niedrig ab. ‡)

---

*) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin auf das Jahr 1818 und 1819 S. 62; Lyell, Princ. of Geology (1853) p. 447, wo eine schöne Abbildung und Projection des Vulkans gegeben ist.

†) Bory de St. Vincent, Voyage aux quatre Iles d'Afrique T. II. p. 429.

‡) Valentyn, Beschryving van Oud en Nieuw Oost-Indien Deel III. (1726) p. 79: Het Eyland St. Paulo. (Vergl. Lyell, Princ. p. 446.)

e 50 Minuten nördlicher gelegene Insel Amsterdam (37° 48′) besteht nach Ba-
's Abbildung aus einem einzigen, waldreichen, etwas abgerundeten Berge, auf dessen
em Rücken sich ein kleiner cubischer Fels, fast wie auf dem Cofre de Perote im mexi-
hen Hochlande, erhebt. Während der Expedition von d'Entrecasteaux (März 1792)
e die Insel zwei Tage lang ganz in Flammen und Rauch gehüllt gesehen. Der Ge-
des Rauches schien auf einen Wald- und Erdbrand zu deuten, man glaubte freilich
und da auch Dampfsäulen aus dem Boden nahe dem Ufer aufsteigen zu sehen;
waren die Naturforscher, welche die Expedition begleiteten, schließlich der Meinung,
das räthselhafte Phänomen wenigstens nicht dem Ausbruch*) des hohen Berges, als
Vulkans, zuzuschreiben sei. Als sichrere Zeugen älterer und ächt vulkanischer Thä-
t auf der Insel Amsterdam dürfte man wohl eher die Schichten von Bimsstein
ebranden puimsteen) anführen, deren schon Valentyn nach Blaming's Schiffsjour-
on 1696 erwähnt.

Südost der Endspitze von Afrika liegen Marion's oder Prinz Eduard's

---

Nous n'avons pu former," sagt d'Entre-
ux, "aucune conjecture sur la cause de l'in-
de l'Ile d'Amsterdam. L'ile étoit embrasée
oute son étendue, et nous avons bien dis-
nent reconnu l'odeur de bois et de terre brûlés.
'avons rien senti qui pût faire présumer que
ement fût l'effet d'un volcan" (T. I. p. 45).
dant", heißt es einmal früher (p. 43), "l'on a
vué le long de la côte que nous avons suivie,
à la flamme étoit assez éloignée, de petites
de fumées qui sembloient sortir de la terre
par jets; on n'a pu néanmoins distinguer la
re trace de feu tout autour, quoique nous fus-
très près de la terre. Ces jets de fumée se
nt par intervalles ont paru à MM. les natu-
être des indices presque assurés de feux
ains." Soll man hier auf Erdbrände, auf Ent-
von Liquiten schließen, deren Schichten, von
und Tuff bedeckt, auf vulkanischen Inseln
on, Kerguelen-Land und Island) so häufig vor-
Der *Surtarbrand* auf der letztgenannten
hat seinen Namen nach scandinavischen Mythen
n, den Weltbrand verursachenden Feuer-Riesen
r. Aber die Erdbrände selbst verursachen ge-
h keine Flammen. — Da in neuerer Zeit die
der Inseln Amsterdam und St. Paul leider
rten oft verwechselt worden sind; so ist, damit,
r sehr verschiedenen Gestaltung, nicht der einen
ieben werde, was auf der anderen beobachtet
ier im allgemeinen zu bemerken, daß von den fast
inem und demselben Meridian liegenden zwei
ursprünglich (schon am Ende des 17ten Jahr-
6) die südliche St. Paul, die nördliche Am-
m benannt wurde. Der Entd der Blaming
ersteren die Breite von 38° 40′, der zweiten 37°
Süden des Aequators. Diese Benennung und
Bestimmungen kommen merkwürdig mit dem über-
s ein Jahrhundert später d'Entrecasteaux auf
edition zur Aufsuchung von La Pérouse gefun-
(Voyage T. I. p. 43—45): nämlich für Am-
nach Beautemps-Beaupré 37° 47′ 46″ (long.
), für St. Paul 38° 38′. Eine so große Ueber-
nung muß für Zufall gelten, da die Beobach-
ter gewiß nicht ganz dieselben waren. Dagegen
t. Blackwood auf seiner Admiralitäts-Karte von
r St. Paul 38° 44′ und long. 75° 17′. Auf
eten, welche der Original-Ausgabe der Reisen
erblichen Weltumseglers Cook beigegeben wor-
z. B. der der ersten und zweiten Expedition
e to the South Pole and round the World,
1777. p. 1), wie der dritten und letzten Reise
e to the Pacific Ocean, published by the
lty, London 1784, in 2d ed. 1785), ja selbst aller drei Expeditionen (A general Chart, exhibiting the discoveries of Capt. Cook in this 3d and two preceeding voyages, by Lieut. Henry Roberts); ist die Insel St. Paul sehr richtig als die südlichere angegeben: aber in dem Texte der Reise von d'Entrecasteaux (T. I. p. 44) wird tadelnd erwähnt (ob mit Recht, bleibt mir bei vielem Nachsuchen der Ausgaben auf den Bibliotheken von Paris, Berlin und Göttingen mehr als zweifelhaft), „daß auf der Specialkarte der letzten Cook'schen Expedition die Insel Amsterdam südlicher als St. Paul gesetzt sei." Wenn eine eben solche Umkehrung der Benennungen im ersten Drittel des jetzigen Jahrhunderts, z. B. auf den älteren verdienstlichen Weltkarten von Arrowsmith und Purdy (1833), ganz gegen den ursprünglichen Willen des Entdeckers, Willem de Blaming, häufig ist; so haben wohl mehr noch als eine Specialkarte von Cook's dritter Reise dazu gewirkt: 1) die Willkühr auf den Karten von Cox und Mortimer; 2) der Umstand, daß in dem Atlas der Reise von Lord Macartney nach China die schön und rauchend abgebildete vulkanische Insel zwar sehr richtig St. Paul, unter lat. 38° 42′, genannt wird, aber mit dem bösen Beisatz, "commonly called Amsterdam"; und daß, was noch schlimmer ist, in der Reisebeschreibung selbst Staunton und Dr. Gillan dies "Island still in a state of inflammation" immerfort Amsterdam nennen, ja sogar p. 226 hinzusetzen (nachdem sie p. 219 die wahre Breite gegeben): "that St. Paul is lying to the northward of Amsterdam"; 3) die gleiche Verwechselung der Namen durch Barrow (Voyage to Cochinchina in the years 1792 and 1793 p. 140—157), der die Rauch und Flammen gebende, südlichere Insel, welcher er ebenfalls die Breite von 38° 42′ beilegt, auch Amsterdam nennt. Malte-Brun (Précis de la Géographie universelle T. V. 1817 p. 146) beschuldigt Barrow mit Recht, aber sehr irrig Mr. de Rossel und Beautemps-Beaupré. Die letzteren beiden geben der Insel Amsterdam, die sie allein abbilden, 37° 47′; der Insel St. Paul, weil sie 50′ südlicher liegt, 38° 38′ (Voyage de Dentrecasteaux 1808 T. I. p. 40—46); und zum Beweise, daß die Abbildung die wahre Insel Amsterdam von Willem de Blaming vorstellt, fügt Beautemps-Beaupré in seinem Atlas die Copie des viel bewaldeten Amsterdam aus Valentyn hinzu. Weil der berühmte Seefahrer Abel Tasman 1642 neben Middelburg, in der Tonga-Gruppe, die Insel Tonga tabu Amsterdam genannt hat (Burney, chronological history of the Voyages and Discoveries in the South-Sea or Pacific Ocean Part. III. p. 81 und 437), in lat. 21°½; so ist wieder aus Mißverständniß bisweilen Tasman als Entdecker von Amsterdam und St. Paul im indischen Ocean aufgeführt worden; s. Leidenfrost, historisches Handwörterbuch Bd. V. S. 310.

Insel (47° 2′) und Possession Island (46° 28′ Br. und 49° 36′ Lg.), zur Crozet-Gruppe gehörig. Beide zeigen Spuren ehemaliger vulkanischer Thätigkeit: kleine conische Hügel*), mit Ausbruch-Oeffnungen von säulenförmigem Basalt umgeben.

Oestlich, fast in derselben Breite, folgt Kerguelen's Insel (Cook's Island of Desolation), deren erste geologische Beschreibung wir ebenfalls der folgereichen, glücklichen Expedition von Sir James Roß verdanken. Bei dem von Cook benannten Christmas Harbour (Br. 48° 41′, Lg. 66° 42′) umwickeln Basaltlaven, mehrere Fuß dicke, fossile Holzstämme; dort bewundert man auch den malerischen Arched Rock, eine natürliche Durchfahrts-Oeffnung in einer schmalen vortretenden Basaltmauer. In der Nähe befinden sich: Kegelberge, deren höchste zu 2500 Fuß ansteigen, mit ausgebrannten Kratern; Grünstein- und Porphyr-Massen, von Basaltgängen durchsetzt; Mandelstein mit Quarzdrusen bei Cumberland Bay. Am merkwürdigsten sind die vielen Kohlenschichten, von Trappfels (Dolerit wie am hessischen Meißner?) bedeckt, im Ausgehenden von der Dicke weniger Zolle bis vier Fuß Mächtigkeit. †)

Wenn man einen allgemeinen Blick auf das Gebiet des indischen Oceans wirft, so sieht man die in Sumatra nordwestlich gekrümmte Extremität der Sunda-Reihe sich verlängern durch die Nicobaren, die großen und kleinen Andamanen; und die Vulkane von Barren Island, Narcondam und Cheduba fast parallel der Küste von Malacca und Tanasserim in den östlichen Theil des Meerbusens von Bengalen eintreten. Längs den Küsten von Orissa und Coromandel ist der westliche Theil des Busens inselfrei: denn das große Ceylon hat, wie Madagascar, einen mehr continentalen Charakter. Dem jenseitigen Littoral der vorder-indischen Halbinsel (der Hochebene von Nil-Gerri, und den Küsten von Canara und Malabar) gegenüber schließt von 14° nördlicher bis 8° südlicher Breite eine nord-südlich gerichtete Reihe von drei Archipelen (der Lakediven, Maldiven und Chagos) sich durch die Bänke von Sahia de Malha und Cargados Carajos an die vulkanische Gruppe der Mascareignes und an Madagascar an: alles, so weit es sichtbar, Gebäude von Corallen-Polypen, wahre Atolls oder Lagunen-Riffe: nach Darwin's geistreichen Vermuthungen, daß hier ein weiter Raum des Meergrundes nicht eine Erhebungs-, sondern eine Senkungs-Fläche (area of subsidence) bildet.

VIII. Die Südsee.

Wenn man den Theil der Erdoberfläche, welcher gegenwärtig von Wasser bedeckt ist, mit dem Areal des Festen vergleicht (ohngefähr ‡) im Verhältniß von 2,7 zu 1), so erstaunt man in geologischer Hinsicht über die Seltenheit der heute noch thätig gebliebenen Vulkane in der oceanischen Region. Die Südsee, deren Oberfläche beinahe um ⅙ größer ist als die Oberfläche aller Festen unseres Planeten; die Südsee, welche in der Aequinoctial-Region von dem Archipel der Galapagos bis zu den Pelew-Inseln eine Breite von nahe an ⅔ des ganzen Erdumkreises hat: zeigt weniger rauchende Vulkane, weniger Oeffnungen, durch welche das Innere des Planeten noch mit seiner Luft-Umhüllung in thätigem Verkehr steht, als die einzige Insel Java. Der Geologe der großen amerikanischen Exploring Expedition (1838—1842) unter dem Befehle von Charles Wilkes, der geistreiche James Dana, hat das unverkennbare Verdienst, sich auf seine eigenen Erforschungen und die fleißige Zusammenstellung aller sicheren älteren Beobachtungen gründend, zuerst durch Verallgemeinerung der Ansichten über Gestaltung, Vertheilung und Achsenrichtung der Inselgruppen; über Charakter der Gebirgsarten, Perioden der Senkung und Erhebung großer Strecken des Meeresbodens ein neues Licht über die Inselwelt der Südsee verbreitet

*) Sir James Roß, Voyage in the southern and antarctic regions Vol. I. p. 46 und 50—56.

†) A. a. O. p. 63—82.

‡) Resultat der Abwägungen vom Prof. [illegible] zu Oxford nach Hallen's altem Vorschlage; s. [illegible] Asia centrale T. I. p. [illegible].

zu haben. Wenn ich aus ſeinem Werke und aus den vortrefflichen Arbeiten von Charles Darwin, dem Geologen der Expedition des Capt. Fitzroy (1832—1836), ſchöpfe, ohne ſie jedesmal einzeln zu nennen; ſo kann bei der hohen Achtung, welche ich ihnen ſeit ſo vielen Jahren zolle, dies hier nicht gemißdeutet werden.

Ich vermeide gern die ſo willkührlichen und nach ganz verſchiedenen Grundſätzen der Vielheit und Größe, oder der Hautfarbe und Abſtammung der Bewohner geſchaffenen Abtheilungen: Polynésie, Micronésie, Melanésie und Malaise*); und beginne die Aufzählung der noch thätigen Vulkane der Südſee mit denen, welche nördlich vom Aequator liegen. Ich gehe ſpäter in der Richtung von Oſten nach Weſten zu den zwiſchen dem Aequator und dem Parallel von 30° ſüdl. Breite liegenden Inſeln über. Die vielen Baſalt- und Trachyt-Inſelchen, mit ihren zahlloſen, zu ungleicher Zeit einſt eruptiven Kratern, dürfen allerdings nicht ordnungslos zerſtreut†) genannt werden. Man erkennt bei der größeren Zahl, daß ihre Erhebung auf weit ausgedehnten Spalten und unterſeeiſchen Gebirgszügen geſchah, die regions- und gruppenweiſe beſtimmten Richtungen folgen und, ganz wie wir bei den continentalen Gebirgszügen von Inner-Aſien und vom Caucaſus erkennen, zu verſchiedenen Syſtemen gehören; aber die Raumverhältniſſe der Oeffnungen, welche zu einer beſtimmten Epoche ſich noch gleichzeitig thätig zeigen, hangen bei ihrer ſo überaus geringen Zahl wahrſcheinlich von den ſehr localen Störungen ab, welche die zuführenden Spalten erleiden. Linien, welche man verſuchen könnte durch drei, jetzt gleichzeitig thätige Vulkane zu legen, deren gegenſeitige Entfernung zwiſchen 600 und 750 geographiſche Meilen beträgt, ohne eruptive Zwiſchenglieder (ich bezeichne drei gegenwärtig zugleich entzündete Vulkane: Mauna Loa mit Kilauea an ſeinem öſtlichen Abhange, den Kegelberg von Tanna in den Neuen Hebriden, und Aſſumption in den nördlichen Ladronen); würden uns über nichts belehren können, was im allgemeinen mit der Geneſis der Vulkane im Becken der Südſee zuſammenhängt. Anders iſt es, wenn man ſich auf einzelne Inſelgruppen beſchränkt und ſich in die, vielleicht vor-hiſtoriſchen Epochen verſetzt, wo die vielen, jetzt erloſchenen, an einander gereihten Krater der Ladronen (Marianen), der Neuen Hebriden und der Salomons-Inſeln thätig waren: aber dann gewiß nicht in einer Richtung von Südoſt nach Nordweſt oder von Norden nach Süden allmälig erloſchen. Ich nenne hier vulkaniſche Inſelreihen des hohen Meeres, denen aber auch analog ſind die Aleuten und andere wahre Küſten-Inſeln. Allgemeine Schlüſſe über die Richtung eines Erkaltungs-Proceſſes ſind täuſchend, weil die freie oder geſtörte Zuleitung temporär darauf einwirkt.

---

*) D'Urville, Voyage de la Corvette l'Astrolabe 1826—1829 Atlas Pl. I: 1) Die Polynésie ſoll enthalten den öſtlichen Theil der Südſee (die Sandwich-Inſeln, Tahiti und den Tonga-Archipel; aber auch Neu-Seeland); 2) Micronésie und Melanésie bilden den weſtlichen Theil der Südſee; die erſtere erſtreckt ſich von Kauai, der weſtlichſten Inſel der Sandwich-Gruppe, bis nahe an Japan und die Philippinen, und reicht ſüdlich bis an den Aequator: begreifend die Marianen (Ladronen), Carolinen und Pelew-Inſeln; 3) Melanésie (wegen der dunkellockigen Menſchenrace) in Nordweſt an die Malaiſie grenzend, umfaßt die kleinen Archipele von Viti oder Fidji, der Neuen Hebriden und Salomons-Inſeln; ferner die größeren Inſeln Neu-Caledonien, Neu-Britannien, Neu-Irland und Neu-Guinea. Die oft geographiſch ſo widerſprechend angewandten Namen Océanie und Polynésie ſind von Malte-Brun (1813) und von Leſſon (1828) eingeführt.

†) "The epithet *scattered* as applied to the islands of the Ocean (in the arrangement of the groups) conveys a very incorrect idea of their positions. There is a sytem in their arrangement as regular as in the mountain heights of a continent, and ranges of elevations are indicated, as grand and extensive, as any continent presents." Geology by J. Dana, or United States, Exploring Expod. under the command of Charles Wilkes, Vol. X. (1849) p. 12. Dana zählt in der ganzen Südſee, kleine Klippen-Inſeln abgerechnet, auf 350 baſaltiſche oder trachytiſche und 290 Corallen-Inſeln. Er theilt ſie in 25 Gruppen, von denen 19 im Mittel die Achſenrichtung N 50° — 60° W und 6 die Achſenrichtung N 20°—30° O haben. Ueberaus auffallend iſt, daß dieſe Zahl von Inſeln alle, wenige Ausnahmen (wie die Sandwich-Gruppe und Neu-Seeland) abgerechnet, zwiſchen 23° 28' nördlicher und ſüdlicher Breite liegen, und daß ein ſo ungeheurer inſelleerer Raum öſtlich von der Sandwich- und der Nukahiva-Gruppe bis zu den amerikaniſchen Küſten von Mexico und Peru übrig bleibt. Dana fügt zugleich die Betrachtung hinzu, welche mit der ſo unbedeutend kleinen Zahl jetzt thätiger Vulkane contraſtirt: daß, wenn wahrſcheinlicherweiſe die Corallen-Eilande da, wo ſie zwiſchen ganz baſaltiſchen Inſeln liegen, ebenfalls ein baſaltiſches Fundament haben, die Zahl der unter- und überſeeiſchen Vulkan-Oeffnungen (submariner und ſubaerialer) auf mehr denn tauſend angeſchlagen werden kann (p. 17 und 24).

Mauna Loa* (nach englischer Schreibart Mouna Loa), durch die genaue Messung*) der amerikanischen Exploring Expedition von Capt. Wilkes 12909 F. hoch befunden, also 1500 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, ist der mächtigste Vulkan der Südsee-Inseln und der einzige jetzt noch recht thätige in dem ganz vulkanischen Archipelagus der Hawaii- oder Sandwich-Inseln. Die Gipfel-Krater, von denen der größere über 1000 F. Durchmesser hat, zeigen im gewöhnlichen Zustande einen festen, von erkalteter Lava und Schlacken gebildeten Boden, aus welchem kleine dampfende Auswurfs-Kegel aufsteigen. Die Gipfel-Oeffnungen sind im ganzen wenig thätig; doch haben sie im Juni 1832 und im Januar 1843 viele Wochen lang dauernde Eruptionen gegeben, ja Lavaströme von 5 bis 7 geogr. Meilen Länge, den Fuß des Mauna Kea erreichend. Das Gefälle (die Inclination) des, ganz zusammenhangenden, fließenden Stroms†) war meist 6°, oft 10°—15°, ja selbst 25°. Sehr merkwürdig ist die Gestaltung des Mauna Loa dadurch, daß der Vulkan keinen Aschenkegel hat, wie der Pic von Teneriffa, wie Cotopaxi und so viele andere Vulkane; auch daß Bimsstein fast ganz fehlt‡): ohnerachtet die schwärzlich grauen, mehr trachytartigen als basaltischen Laven des Gipfels feldspathreich sind. Für die außerordentliche Flüssigkeit der Laven des Mauna Loa, sie mögen aus dem Gipfel-Krater (Mokua-weo-weo) oder aus dem Lavasee (am östlichen Abfall des Vulkans, in nur 3721 F. Höhe über dem Meere) aufsteigen, zeugen die bald glatten, bald gekräuselten Glasfäden, welche der Wind über die ganze Insel verbreitet. Dieses Haarglas, das auch der Vulkan von Bourbon ausstößt, wird auf Hawaii (Owyhee) nach der Schutzgöttinn des Landes Pele's Haar genannt.

Dana hat scharfsinnig gezeigt, daß Mauna Loa kein Central-Vulkan für die Sandwich-Inseln und der Lavasee Kilauea keine Solfatare ist. ‖) Das Becken von Kilauea hat im langen Durchmesser 15000 Fuß (fast ⅔ einer geogr. Meile), im kleinen Durchmesser 7000 Fuß. Die dampfend aufkochende und aufsprühende Flüssigkeit, der eigentliche Lavapfuhl, füllt aber im gewöhnlichen Zustande nicht diese ganze Höhlung, sondern nur einen Raum, der im Längen-Durchmesser 13000, im Breiten-Durchmesser 4800 Fuß hat. Man steigt an den Kraterrändern stufenweise herab. Das große Phänomen läßt einen wunderbaren Eindruck von Stille und feierlicher Ruhe. Die Nähe eines Ausbruchs verkündigt sich hier nicht durch Erdbeben oder unterirdisches Geräusch, sondern bloß durch plötzliches Steigen und Fallen der Oberfläche der Lava, bisweilen mit einem Unterschiede von drei- und vierhundert Fuß bis zur Erfüllung des ganzen Beckens. Wenn man geneigt wäre, nicht achtend die ungeheuren Unterschiede der Dimensionen, das Riesenbecken von Kilauea mit den kleinen, durch Spallanzani zuerst berühmt gewordenen Seiten-Kratern am Abhange des Stromboli in ⅛ Höhe des am Gipfel ungeöffneten Berges zu vergleichen: also mit Becken aufkochender Lava von nur 30 bis 200 Fuß Durchmesser; so müßte man vergessen, daß die Feuerschlünde am Abhange des Stromboli Schlacken bis zu großer Höhe ausstoßen, ja selbst Laven ergießen. Wenn der große Lavasee von Kilauea

*) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 767.

†) Dana, Geology of the U. S. Explor. Exped. p. 208 und 210.

‡) Dana p. 193 und 201. Die Abwesenheit von Aschenkegeln ist auch sehr merkwürdig in den Lavaströme ergießenden Vulkanen der Eifel. Daß es aber aus dem Gipfel-Krater des Mauna Loa auch Aschen-Ausbrüche geben kann, beweist die sichere Nachricht, welche der Missionar Dibble aus dem Munde der Augenzeugen geschöpft hat und nach welcher während des Krieges Kamehameha's gegen die Aufrührer im Jahr 1789 ein mit Erdbeben begleiteter Ausbruch heißer Asche eine nächtliche Finsterniß über die Umgegend verbreitete (p. 183). Ueber die vulkanischen Glasfäden (Haar der Göttin Pele: die vor ihrer Uebersiedelung nach Hawaii den jetzt erloschenen Vulkan Hale-a-Kala, das Sonnenhaus, der Insel Maui bewohnte) s. p. 179 und 199—209.

‖) Dana p. 205: "The term *Solfatara* is wholly misapplied. A Solfatara is an area with steaming fissures and escaping sulphur vapours, and without proper lava ejections; while *Kilauea* is a vast crater with extensive lava ejections and no sulphur, except that of the sulphur banks, beyond what necessarily accompanies, as at Vesuvius, violent volcanic action." Das Gerüste von Kilauea, die Wand des großen Lavabeckens, besteht auch keineswegs aus Schichten von Asche oder fragmentarischem Gestein, sondern aus horizontalen Lavaschichten, gelagert wie Kalkstein. Dana p. 193. (Vergl. Strzelecki, physic. descr. of New South Wales 1845 p. 105—111.)

(der untere und secundäre Krater des thätigen Vulkans Mauna Loa) auch bisweilen seine Ränder zu überströmen droht, so erzeugt er doch nie durch wirklich erreichte Ueberströmung einen eigentlichen Lavastrom. Diese entstehen durch Abzug nach unten, durch unterirdische Canäle, durch Bildung neuer Ausbruchs-Oeffnungen in der Entfernung von 4 bis 5 geographischen Meilen: also in noch weit tiefer liegenden Punkten. Nach solchen Ausbrüchen, welche der Druck der ungeheuren Lavamasse im Becken von Kilauea veranlaßt, sinkt die flüssige Oberfläche in diesem Becken.*)

Von den zwei anderen hohen Bergen Hawaii's, Mauna Kea und Mauna Hualalai, ist der erstere nach Capt. Wilkes 180 Fuß höher als Mauna Loa: ein Kegelberg, auf dessen Gipfel jetzt nicht mehr ein Terminal-Krater, sondern nur längst erloschene Schlackenhügel zu finden sind. Mauna Hualalai* hat ohngefähr 9400 Fuß Höhe, und ist noch gegenwärtig entzündet. Im Jahr 1801 war eine Eruption, bei welcher die Lava westwärts das Meer erreichte. Den drei Bergcolossen Loa, Kea und Hualalai, die aus dem Meeresboden aufstiegen, verdankt die ganze Insel Hawaii ihre Entstehung. In der Beschreibung der vielen Besteigungen des Mauna Loa, unter denen die der Expedition von Capt. Wilkes sich auf 28 Tage lange Forschungen gründete, wird von Schneefall bei einer Kälte von 5 bis 8 Centesimal-Graden unter dem Gefrierpunkt, auch von einzelnen Schneeflecken geredet, welche man schon in der Ferne durch Telescope am Gipfel des Vulkans unterscheiden konnte; nie aber von perpetuirlichem Schnee.†) Ich habe schon früher erinnert, daß nach den Höhenmessungen, die man gegenwärtig für die genauesten halten kann, der Mauna Loa (12909 F.) und Mauna Kea (13089 F.) noch um 950 und 770 Fuß niedriger sind, als ich die untere Grenze des ewigen Schnees in dem Continental-Gebirge von Mexico unter 19°½ Breite gefunden habe. Auf einer kleinen Insel sollte wegen geringerer Temperatur der unteren Luftschichten in der heißesten Jahreszeit der Tropenzone und wegen des größeren Wassergehalts der oberen Atmosphäre die ewige Schneelinie wohl etwas tiefer liegen.

Die Vulkane von Tafoa* und Amargura* in der Tonga-Gruppe sind beide thätig, und der letztere hat einen beträchtlichen Lava-Ausfluß am 9. Juli 1847 gehabt.‡) Ueberaus merkwürdig und mit den Erfahrungen übereinstimmend, daß die Corallenthiere die Küsten jetzt oder vor nicht langer Zeit entzündeter Vulkane scheuen, ist der Umstand, daß die an Corallenriffen reichen Tonga-Inseln Tafoa und der Kegel von Kao davon ganz entblößt sind.||)

Es folgen die Vulkane von Tanna* und Ambrym*, letzterer westlich von Mallicollo in dem Archipel der Neuen Hebriden. Der Vulkan von Tanna, zuerst von Reinhold Forster beschrieben, wurde schon bei Cook's Entdeckung der Insel 1774 in vollem Ausbruch gefunden. Er ist seitdem immer thätig geblieben. Da seine Höhe kaum 430 Fuß beträgt, so ist er mit dem bald zu nennenden Vulkan von Mendana und dem japanischen Vulkan von Kosima einer der niedrigsten feuerspeienden Kegelberge. Auf Mallicollo findet sich viel Bimsstein.

---

*) Dieses merkwürdige Sinken des Lavaspiegels bestätigen die Erfahrungen so vieler Reisenden, von Ellis, Stewart und Douglas bis zu dem verdienstvollen Grafen Strzelecki, der Expedition von Wilkes und dem so aufmerksam beobachtenden Missionar Coan. Bei dem großen Ausbruch im Juni 1840 ist der Zusammenhang der Anschwellung der Lava im Kilauea mit der plötzlichen Entzündung des so viel tiefer gelegenen Kraters Keare am entscheidensten gewesen. Das Verschwinden des aus Arare ergossenen Lavastromes, sein abermals unterirdischer Lauf und endliches Wiedererscheinen in größerer Mächtigkeit läßt nicht gleich sicher auf Identität schließen, da sich gleichzeitig am ganzen Abhange des Berges unterhalb des Horizonts des Bodens vom Kilauea-Becken viele lavagebende Längenspalten geöffnet haben. Sehr bemerkenswerth ist es auch für die innere Constitution dieses sonderbaren Vulkans von Hawaii daß im Juni 1832 beide Krater, der des Gipfels und der von Kilauea, Lavaströme ergossen und veranlaßten, also gleichzeitig thätig waren. (Vergl. Dana p. 184, 188, 193 und 196.)

†) Wilkes p. 114, 140 und 157; Dana p. 221. Wegen der ewigen Verwechselungen von r und l wird für Mauna Loa oft M. Roa und für Kilauea: Kirauea geschrieben.

‡) Dana p. 25 und 178.

||) Dana, Geology of the U. S. Explor. Exped. p. 138 (vergl. Darwin, Structure of Coral Reefs p. 60).

Mathew's Rock*: eine sehr kleine rauchende Felsinsel von kaum 1110 Fuß Höhe, deren Ausbruch d'Urville im Januar 1828 beobachtet hat. Sie liegt in Osten von der Südspitze Neu-Caledoniens.

Vulkan von Tinakoro* in der Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe.

In demselben Archipel von S. Cruz, wohl 20 geogr. Meilen in NNW von Tinakoro, erhebt sich aus dem Meere, mit kaum 200 Fuß Höhe, der schon von Mendana 1595 gesehene Vulkan* (Br. 10° 23′ südl.). Seine Feuerausbrüche sind bisweilen periodisch von 10 zu 10 Minuten gewesen; bisweilen, wie zur Zeit der Expedition von d'Entrecasteaux, war der Krater selbst die Dampfsäule.

In der Salomons-Gruppe ist entzündet der Vulkan der Insel Sesarga*. Nahe dabei, also auch noch am südöstlichen Ende der langen Inselreihe gegen die Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe hin, wurde schon an der Küste von Guadalcanar vulkanische Ausbruch-Thätigkeit bemerkt.

In den Ladronen oder Marianen, im nördlichen Theil der Inselreihe, die auf einer Meridian-Spalte ausgebrochen scheint, sollen noch thätig sein Guguan*, Pagon* und der Volcan grande von Asuncion*.

Die Küstenrichtung des kleinen Continents von Neu-Holland, besonders die Veränderung derselben, welche die Ostküste unter 25° südlicher Breite (zwischen Cap Hervey und der Moreton-Bai) erleidet, scheint sich in der Zone nahe gelegener östlicher Inseln zu reflectiren. Die große südliche Insel von Neu-Seeland, und die Kermadec- und Tonga-Gruppe streichen von Südwest nach Nordost: wie dagegen der nördliche Theil der Nord-Insel von Neu-Seeland, von der Bay of Plenty bis Cap Oton, Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden, die Salomons-Inseln, Neu-Irland und Neu-Britannien von Südost in Nordwest, meist N 48° W, streichen. Leopold von Buch*) hat zuerst sehr scharfsinnig auf dieses Verhältniß zwischen Continental-Massen und nahen Inseln im griechischen Archipel und dem australischen Corallenmeere aufmerksam gemacht. Auch auf den Inseln des letzteren Meeres fehlen nicht, wie schon beide Forster (Cook's Begleiter) und La Billardière gelehrt, Granit und Glimmerschiefer, die quarzreichen, einst so genannten uranfänglichen Gebirgsarten. Dana hat sie ebenfalls auf der Nord-Insel von Neu-Seeland, westlich von Tipuna, in der Bay of Islands †) gesammelt.

Neu-Holland zeigt nur in seiner Südspitze (Australia Felix), am Fuß und südlich von dem Grampian-Gebirge, frische Spuren alter Entzündung; denn nordwestlich von Port Phillip findet man nach Dana eine Zahl vulkanischer Kegel und Lavaschichten, wie ebenfalls gegen den Murray-Fluß hin (Dana p. 453).

Auf Neu-Britannia* liegen an der Ost- und Westküste wenigstens 3 Kegel, die in historischen Zeiten, von Tasman, Dampier, Carteret und La Billardière, als entzündet und lavagebend beobachtet wurden.

Zwei thätige Vulkane sind auf Neu-Guinea*, an der nordöstlichen Küste, den obsidianreichen Admiralitäts-Inseln und Neu-Britannien gegenüber.

Auf Neu-Seeland, von dem wenigstens die Geologie der Nord-Insel durch das wichtige Werk von Ernst Dieffenbach und die schönen Forschungen Dana's aufgeklärt worden ist, durchbricht an mehreren Punkten basaltisches und trachytisches Gestein die allgemeiner verbreiteten plutonischen und sedimentären Gebirgsarten: so in einem überaus kleinen Areal, nahe bei der Bay of Islands (lat. 35° 2′), wo sich die mit erloschenen Kratern gekrönten Aschenkegel Turoto und Poerna erheben; so südlicher (zwischen 37°½ und 39°¼ Breite), wo der vulkanische Boden die ganze Mitte der Nord-Insel durch-

*) Léopold de Buch, Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 393 und 403—405.

†) S. Dana a. a. O. p. 438—446 und über die frischen Spuren alt-vulkanischer Thätigkeit auf Neu-Holland p. 453 und 457, wie über die vielen Säulen-Basalte in Neu-Süd-Wales und Van Diemen's Land p. 495—510; und E. de Strzelecki, phys. descr. of New South Wales p. 112.

zieht: von Nordoſt nach Südweſt in mehr denn 40 geographiſchen Meilen Länge, von der öſtlichen Bay of Plenty bis zum weſtlichen Cap Egmont. Dieſe Zone vulkaniſcher Thätigkeit durchſchneidet hier, wie wir ſchon in einem weit größeren Maßſtabein dem mexicaniſchen Feſtlande geſehen haben, als Queerſpalte von Meer zu Meer, von NO in SW das innere, nord-ſüdliche Längen-Gebirge, welches der ganzen Inſel ihre Form zu geben ſcheint. Auf ſeinem Rücken ſtehen, wie an Durchſchnittspunkten, die hohen Kegel Tongariro* (5816 F.), an deſſen Krater auf der Höhe des Aſchenkegels Bidwill gelangt iſt, und etwas ſüdlicher Ruapahu (8450 F.). Das Nordoſt-Ende der Zone bildet in der Bay of Plenty (lat. 38°½) eine ſtets rauchende Solfatare, der Inſel-Vulkan Puhia-i-wakati*) (White Island); es folgen in Südweſten am Littoral ſelbſt: der ausgebrannte Vulkan Putawaki (Mount Edgecombe), 9036 F. hoch, alſo wahrſcheinlich der höchſte Schneeberg auf Neu-Seeland; im Inneren zwiſchen dem Edgecombe und dem noch entzündeten Tongariro*, welcher einige Lavaſtröme ergoſſen hat, eine lange Kette von Seen, zum Theil ſiedend heißen Waſſers. Der See Taupo, von ſchön glänzendem Leucit- und Sanidin-Sande wie von Bimsſtein-Hügeln umgeben, hat nahe an 6 geographiſche Meilen Länge und liegt mitten auf der Nord-Inſel von Neu-Seeland, nach Dieffenbach 1255 F. über dem Meeresſpiegel erhoben. Umher ſind zwei engliſche Quadratmeilen ganz mit Solfataren, Dampfhöhlen und Thermalquellen bedeckt: deren letztere, wie am Geyſir auf Island, mannigfaltige Silicat-Niederſchläge bilden. †) — Im Weſten von Tongariro*, dem Hauptſitze der vulkaniſchen Thätigkeit, deſſen Krater noch jetzt Dämpfe und Bimsſtein-Aſche ausſtößt, nur 4 Meilen vom weſtlichen Littoral entfernt, erhebt ſich der Vulkan Taranaki (Mount Egmont): 8293 Fuß hoch, welchen Dr. Ernſt Dieffenbach zuerſt im November 1840 erſtiegen und gemeſſen hat. Der Gipfel des Kegels, welcher dem Umriß nach mehr dem Tolima als dem Cotopaxi gleicht, endet mit einer Hochebene, aus der ein ſehr ſteiler Aſchenkegel ſich erhebt. Spuren jetziger Thätigkeit, wie bei dem Vulkan der Weißen Inſel* und bei dem Tongariro*, wurden nicht beobachtet; auch keine zuſammenhangenden Lavaſtröme. Die klingenden, ſehr dünnſchaligen Maſſen, welche gratenartig unter Schlacken, wie an einer Seite des Pics von Teneriffa, aus dem Aſchenkegel ſelbſt hervorragten, ſind dem Porphyrſchiefer (Phonolith) ähnlich.

Eine ſchmale, langgedehnte, ununterbrochene Anhäufung von Inſelgruppen, auf nordweſtlichen Spalten: wie Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden und Salomons-Inſeln, Pitcairn, Tahiti und die Paumotu-Inſeln; ausgebrochen: durchſchneidet in einer Länge von 1350 geographiſchen Meilen in der ſüdlichen Hemiſphäre den Großen Ocean zwiſchen den Breiten-Parallelen von 12° und 27°, vom Meridian der Oſtküſte Auſtraliens bis zur Oſterinſel und zu dem Felſen Sala y Gomez in weſt-öſtlicher Richtung. Die weſtlicheren Theile dieſer Inſel-Anhäufung (Neu-Britannien*, die Neuen Hebriden*, Banikoro* in dem Archipel von Santa Cruz und die Tonga-Gruppe*) zeigen zur gegenwärtigen Zeit, in der Mitte des 19ten Jahrhunderts, Entzündung und feurige Thätigkeit. Neu-Caledonien, von baſaltiſchen und anderen vulkaniſchen Inſeln umgeben, hat aber bloß plutoniſches Geſtein‡), wie in den Azoren nach Leopold von Buch Santa Maria‖), und nach Graf Bedemar Flores und Graciosa. Dieſer Abweſenheit vulkaniſcher Thätigkeit in Neu-

*) Ernſt Dieffenbach, Travels in New Zealand 1843 Vol. I. p. 337, 355 und 401. Dieffenbach nennt White Island: a *smoking* solfatara, but still in *volcanic* activity (p. 358 und 407), auf der Karte: in continual ignition.

†) Dana p. 445—448; Dieffenbach Vol. I. p. 331, 339—341 und 397. Ueber Mount Egmont ſ. Vol. I. p. 131—157.

‡) Darwin, Volcanic Islands p. 125; Dana p. 140.

‖) L. de Buch, Descr. des Iles Canaries p. 365. Auf den hier genannten drei Inſeln finden ſich indeß neben plutoniſchen und Sediment-Schichten auch Phonolithe und baſaltiſches Geſtein; aber dieſe Gebirgsarten können ſchon bei der erſten vulkaniſchen Erhebung der Inſeln aus dem Meeresboden über den Meeresſpiegel erſchienen ſein. Von Feuerausbrüchen in hiſtoriſchen Zeiten oder von ausgebrannten Kratern ſoll keine Spur gefunden werden.

Caledonien, wo neuerlichst Sediment-Formationen mit Steinkohlen-Flötzen entdeckt worden sind, wird die dortige große Entwickelung belebter Corallenriffe zugeschrieben. Der Archipel der Viti- oder Fidschi-Inseln ist basaltisch und trachytisch zugleich, doch bloß durch heiße Quellen in der Savu-Bai auf Vanua Lebu ausgezeichnet.*) Die Samoa-Gruppe (Navigators Islands), nordöstlich von dem Viti- und fast ganz nördlich von dem noch entzündeten Tonga-Archipel ist ebenfalls basaltisch; und dabei charakterisirt durch eine Unzahl von linear geordneten Ausbruch-Kratern, die von Tuffschichten mit eingebackenen Corallenstücken umgeben sind. Geognostisch am merkwürdigsten ist der Pic Tafua auf der, zu der Samoa-Gruppe gehörigen Insel Upolu: nicht zu verwechseln mit dem noch entzündeten Pic Tafoa südlich von Amargura in dem Tonga-Archipel. Der Pic Tafua (2006 F.), welchen Dana zuerst†) bestiegen und gemessen, hat einen großen, ganz mit dicker Waldung erfüllten Krater, der einen regelmäßig abgerundeten Aschenkegel krönt. Von Lavaströmen ist hier keine Spur; dagegen fanden sich schlackige Lavafelder (Malpais der Spanier) mit krauser, oft strickförmig gewundener Oberfläche am Kegelberge von Apia (2417 F.), ebenfalls auf Upolu, wie am Pic Fao, der 3000 F. erreicht. Die Lavafelder von Apia enthalten schmale unterirdische Höhlen.

Tahiti, in der Mitte der Societäts-Inseln, weit mehr trachytisch als basaltisch, zeigt recht eigentlich nur noch die Trümmer seines ehemaligen vulkanischen Gerüstes: und aus diesen mächtigen, wall- und zackenartig gestalteten Trümmern, mit senkrechten, mehrere tausend Fuß tiefen Abstürzen, ist es schwer die alte, ursprüngliche Form der Vulkane zu entziffern. Von den beiden größten Gipfeln, Aorai und Orohena, ist jener zuerst von Dana‡) erstiegen und von diesem gründlichen Geognosten untersucht worden. Der Trachytberg, der Orohena, soll die Höhe des Aetna erreichen. Tahiti hat also, nächst der thätigen Gruppe der Sandwich-Inseln, das höchste Eruptions-Gestein des ganzen oceanischen Gebiets zwischen den Continenten von Amerika und Asien. Ein feldspathartiges Gestein von den, Tahiti nahen, kleinen Inseln Borabora und Maurua, von neueren Reisenden mit dem Namen Syenit, von Ellis in den Polynesian Researches mit dem Namen eines granitartigen Aggregats von Feldspath und Quarz bezeichnet; verdient, da poröser, schlackiger Basalt ganz in der Nähe ausbricht, eine viel genauere oryctognostische Untersuchung. Ausgebrannte Krater und Lavaströme sind auf den Societäts-Inseln jetzt nicht zu finden. Man fragt sich: sind die Krater auf den Berggipfeln zerstört? oder blieben die hohen, alten, jetzt gespaltenen und umgewandelten Gerüste oben domförmig geschlossen; und sind hier, wie wahrscheinlich an vielen anderen Punkten des gehobenen Meeresbodens, Basalt und Trachytschichten unmittelbar aus Erdspalten ergossen worden? Extreme großer Zähigkeit (Viscosität) oder großer Flüssigkeit des Ergossenen, so wie die verschiedene Enge und Weite der Spalten, durch welche der Erguß geschieht, modificiren die Gestaltung der sich bildenden vulkanischen Gebirgsschichten und veranlassen da, wo Reibung die sogenannte Asche und fragmentarische Zerstückelung hervorbringt, die Entstehung kleiner, meist vergänglicher Auswurfs-Kegel, welche mit den großen Terminal-Aschen-Kegeln der permanenten Gerüste nicht zu verwechseln sind.

Ganz nahe östlich folgen auf die Societäts-Inseln die Niedrigen Inseln oder Paumotu. Sie sind bloß Corallen-Inseln, mit der merkwürdigen Ausnahme der basaltischen, kleinen Gambier- und Pitcairn-Gruppe ||) Der letzteren ähnlich findet sich vulkanisches Gestein auch in demselben Parallele (zwischen 25° und 27° südl. Breite) 315 geogr. Meilen östlicher in der Osterinsel (Waihu), und wahrscheinlich noch 60 Meilen weiter in den Klippen Sala y Gomez. Auf Waihu, wo die höchsten kegel-

*) Dana p. 343—350.
†) Dana p. 312, 318, 320 und 323.
‡) L. von Buch p. 383; Darwin, Volc. Island p. 25; Darwin, Coral Reefs p. 138; Dana p. 286—305 und 564.
||) Dana p. 137.

förmigen Gipfel kaum eintausend Fuß hoch sind, bemerkte Capt. Beechy eine Reihe von Kratern, von denen aber keiner entzündet schien.

Im äußersten Osten gegen den Neuen Continent hin endet das Gebiet der Südsee-Inseln mit einer der entzündetsten aller Inselgruppen, mit dem aus fünf größeren Inseln bestehenden Archipel der Galapagos. Fast nirgends sind auf einem kleinen Raume von kaum 30 bis 35 geogr. Meilen Durchmessers solch eine Unzahl von Kegelbergen und erloschenen Kratern (Spuren alter Communication des Inneren der Erde mit dem Luftkreise) sichtbar geblieben. Darwin schlägt die Zahl der Krater fast auf zweitausend an. Als dieser geistreiche Forscher auf der Expedition des Beagle unter Capt. Fitzroy die Galapagos besuchte, waren zwei Krater zugleich in feuriger Eruption. Auf allen Inseln sind Ströme von sehr flüssiger Lava zu sehen, die sich theilen und sich oft bis in das Meer ergossen haben. Fast alle sind reich an Augit und Olivin; einige mehr trachytartige sollen Albit*) in großen Krystallen enthalten. Es wären wohl bei der jetzigen Vervollkommnung des oryctognostischen Wissens Untersuchungen anzustellen, ob in diesen porphyrartigen Trachyten nicht Oligoklas, wie auf Teneriffa, im Popocatepetl und Chimborazo; oder Labrador, wie im Aetna und Stromboli, enthalten seien. Bimsstein fehlt ganz auf den Galapagos, wie am Vesuv, als von ihm producirt; auch wird der Hornblende nirgends Erwähnung gethan: also herrscht dort nicht die Trachyt-Formation von Toluca, Orizaba und einiger Vulkane Java's, aus denen Dr. Junghuhn mir, wohl ausgewählte, feste Lavastücke zur Untersuchung für Gustav Rose eingeschickt hat. Auf der größten und westlichsten Insel der Galapagos-Gruppe, auf Albemarle, sind die Kegelberge linear, also auf Spalten gereiht. Ihre größte Höhe erreicht doch nur 4350 Fuß. Der westliche Busen, in welchem der 1825 heftig entzündete Pic Narborough sich inselförmig erhebt, wird von Leopold von Buch†) als ein Erhebungs-Krater beschrieben und mit Santorin verglichen. Viele Kraterränder auf den Galapagos sind von Tuffschichten gebildet, die nach allen Seiten abfallen. Denkwürdig und auf die gleichzeitige Wirkung einer großen Catastrophe hindeutend ist es, daß alle Kraterränder gegen Süden ausgebrochen oder gänzlich zerstört sind. Ein Theil von dem, was man in den älteren Beschreibungen Tuff nennt, sind Palagonit-Schichten, ganz denen von Island und Italien gleich: wie schon Bunsen von den Tuffen der Insel Chatham durch genaue Analyse ergründet hat.‡) Diese, die östlichste Insel der ganzen Gruppe und von Beechey astronomisch genau bestimmt, ist, nach meiner Längen-Bestimmung der Stadt Quito (81° 4′ 38″) und nach Acosta's Mapa de la Nueva Granada von 1849 von der Punta de S. Francisco noch 134 geographische Meilen entfernt.

IX. Mexico.

Die sechs mexicanischen Vulkane: Tuxtla, Orizaba, Popocatepetl*, Toluca, Jorullo* und Colima*; von denen vier in historischen Zeiten entzündet gewesen sind, wurden schon früher||) aufgezählt und in ihrer geognostisch merkwürdigen gegenseitigen Stellung beschrieben. Nach neueren Untersuchungen von Gustav Rose ist in

*) Darwin, Vole. Islands p. 104, 110—112 und 114. Wenn Darwin so bestimmt sagt, daß aller Trachyt auf den Galapagos fehle, so ist es doch wohl nur, weil er die Benennung Trachyt auf den eigentlichen gemeinen Feldspath, d. i. den Orthoklas, oder auf den Orthoklas und Sanidin (glasigen Feldspath) einschränkt. Die räthselhaften eingebackenen Stücke in der Lava des kleinen, ganz dasaltischen Kraters von James Island enthalten keinen Quarz, wenn sie gleich auf einem plutonischen Gebirge zu ruhen scheinen. (Vgl. oben Kosmos 4. Buch S. 802 und 819.) Mehrere der vulkanischen Kegelberge auf den Galapagos-Inseln haben, an der Mündung, ganz wie ich am Cotopaxi gesehen, einen schmalen cylindrischen, ringförmigen Aufsatz. "In some parts the ridge is surmounted by a wall or parapet perpendicular on both sides." Darwin, Vole. Isl. p. 83.

†) L. von Buch p. 376.

‡) Bunsen in Leonhard's Jahrb. für Mineralogie 1851 S. 856, wie auch in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 83 S. 223.

||) Kosmos 4. Bd. S. 111—122.

dem Gestein des Popocatepetl oder großen Vulkans von Mexico die Formation des Chimborazo wiederholt. Es besteht dies Gestein ebenfalls aus Oligoklas und Augit. Selbst in den pechsteinartigen, fast schwarzen Trachytschichten ist noch der Oligoklas in sehr kleinen, schiefwinkligen Krystallen zu erkennen. Zu eben dieser Chimborazo- und Teneriffa-Formation gehört der Vulkan von Colima, weit im Westen stehend, nahe dem Littoral der Südsee. Ich habe diesen Vulkan nicht gesehen; aber wir verdanken Herrn Pieschel*) (seit dem Frühjahr 1855) die sehr belehrende Ansicht der von ihm gesammelten Gebirgsarten, wie auch interessante geologische Notizen über alle Vulkane des ganzen mexicanischen Hochlandes, die er sämmtlich selbst besucht hat. Der Vulkan von Toluca, dessen schmale und schwer zu erreichende höchste Kuppe (den Pico del Frayle) ich am 29. Sept. 1803 erstiegen und barometrisch 14232 Fuß hoch gefunden habe, hat eine ganz andere mineralogische Zusammensetzung als der noch thätige Popocatepetl und der Feuerberg von Colima: welchen man nicht mit einem anderen, höheren Gipfel, dem sogenannten Schneeberg, verwechseln muß. Der Vulkan von Toluca besteht, wie der Pic von Orizaba, Puy de Chaumont in der Auvergne und Aegina, aus einer Association von Oligoklas und Hornblende. Nach dieser kurzen Angabe sind, was sehr zu beachten ist, in der langen Reihe der Vulkane, welche sich von Meer zu Meer erstrecken, nicht zwei zunächst auf einander folgende Glieder von gleicher mineralogischer Zusammensetzung.

X. Das nordwestliche Amerika

(nördlich vom Parallel des Rio Gila).

In dem Abschnitt, welcher von der vulkanischen Thätigkeit auf den ost-asiatischen Inseln handelt †), ist mit besonderer Wichtigkeit der bogenartig gekrümmten Richtung der Erhebungs-Spalte gedacht worden, aus der die Aleuten emporgestiegen sind und die einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem asiatischen und amerikanischen Continent, zwischen den zwei vulkanischen Halbinseln Kamtschatka und Aliaska, offenbart. Es ist hier der Ausgang oder vielmehr die nördliche Grenze eines mächtigen Busens des Stillen Meeres, welches von den 150 Längengraden, die es unter dem Aequator von Osten nach Westen einnimmt, zwischen den Endspitzen der eben genannten zwei Halbinseln sich auf 37 Längengrade verengt. Auf dem amerikanischen Festlande, dem Littoral nahe, ist eine Zahl mehr oder weniger thätiger Vulkane den Seefahrern erst seit 70

*) S. Pieschel über die Vulkane von Mexico in der Zeitschrift für Allg. Erdkunde Bd. VI. 1856 S. 86 und 489—532. Die Behauptung (S. 86), „daß nie ein Sterblicher die steile Spitze des Pico del Frayle", d. h. den höchsten Gipfel des Vulkans von Toluca, „erstiegen habe"; ist durch meine auf diesem, freilich kaum 10 Fuß breiten Gipfel am 29. Sept. 1803 gemachte und schon 1807 publicirte Barometer-Messung, und neuerlichst durch Dr. Gumprecht in demselben Bande der obigen Zeitschrift (S. 489) widerlegt worden. Der erregte Zweifel war um so sonderbarer, da ich gerade von dieser, allerdings nicht ohne Anstrengung zu erreichenden, thurmförmigen Spitze des Pico del Frayle, in einer Höhe, welche kaum 600 Fuß geringer als die des Montblanc ist, die Trachytmassen abgeschlagen habe, die vom Blitz durchlöchert und im Inneren wie Blitzröhren verglast sind. Ueber die von mir sowohl in der Berliner als in mehreren Pariser Sammlungen niedergelegten Stücke gab Gilbert schon 1819 einen Aufsatz im LXIsten Bande seiner Annalen der Physik S. 261 (vergl. auch Annales de Chimie et de Physique T. XIX. 1822 p. 298). Wo der Blitz förmliche cylindrische Röhren zu 3 Zoll Länge so durchgeschlagen hat, daß man die obere und untere Oeffnung erkennen kann, ist ebenfalls das die Oeffnungen umgebende Gestein verglast. Ich habe auch Trachytstücke in meinen Sammlungen mitgebracht, an denen, wie am Kleinen Ararat oder am Montblanc, eine röhrenförmige Durchbohrung die ganze Oberfläche verglast ist. — Herr Pieschel hat den zweigipfligen Vulkan von Colima im October 1852 zuerst erstiegen und ist bis zum Krater gelangt, aus dem er damals nur heiße Schwefel-Wasserstoff-Dämpfe wolkenartig aufsteigen sah. Abr Sonneschmid, der im Februar 1796 die Erste ganz bis Colima vergeblich versuchte, giebt Nachricht von einem mächtigen Aschen-Auswurf im Jahre 1770. Im Monat März 1795 wurden dagegen bei Nacht glühende Schlacken scheinbar in einer Feuersäule ausgeworfen. — „In Nordwesten vom Vulkan von Colima zieht es längs der Südsee-Küste eine vulkanische Zwischenhin. Ausgebrannte Krater und alte Lavaströme erkennt man in den sogenannten Vulkanen von Tuxcatlan (auf dem Wege von Guadalazara nach San Blas) und von Tepic." (Pieschel a. a. O. S. 529.)

†) Kosmos 4. Buch S. 827—829.

bis 80 Jahren bekannt geworden; aber diese Gruppe lag wie bisher wie isolirt, unzusammenhangend mit der Vulkan-Reihe der mexicanischen Tropengegend oder den Vulkanen, welche man auf der Halbinsel von Californien vermuthete. Die Einsicht in diese wichtige geognostische Verkettung ist jetzt, wenn man eine Reihe ausgebrannter Trachytkegel als Mittelglieder aufzählt, für eine Lücke von mehr als 28 Breitengraden zwischen Durango und dem neuen Washington territory, nördlich von West-Oregon, aufgefunden; und die physische Erdbeschreibung verdankt diesen wichtigen Fortschritt den, auch wissenschaftlich so wohl geordneten Expeditionen, welche die Regierung der Vereinigten Staaten zu Aufsuchung der geeignetsten Wege von den Mississippi-Ebenen nach den Küsten der Südsee ausgerüstet hat. Alle Theile der Naturgeschichte haben zugleich dabei Vortheil gezogen. Große Landesstrecken sind in der nun durchforschten terra incognita dieses Zwischenraumes sehr nahe den Rocky Mountains an ihrem östlichen Abfall, bis in weite Entfernung vom westlichen Abfall, mit Erzeugnissen ausgebrannter oder noch thätiger Vulkane (wie in dem Cascaden-Gebirge) bedeckt gefunden worden. So sehen wir also, von Neu-Seeland ausgehend, auf einem langen Wege erst in Nordwesten durch Neu-Guinea, die Sunda-Inseln, die Philippinen und Ost-Asien, bis zu den Aleuten aufsteigend; dann hinabsteigend gegen Süden in das nordwestliche, mexicanische, mittel- und südamerikanische Gebiet bis zur Endspitze von Chili: den gesammten Umkreis des Meerbeckens des Stillen Oceans, in einer Erstreckung von 6600 geogr. Meilen, mit einer Reihe erkennbarer Denkmäler vulkanischer Thätigkeit umgeben. Ohne in das Einzelne genauer geographischer Orientirung und der vervollkommneten Nomenclatur einzugehen, war eine solche kosmische Ansicht nicht zu begründen.

Es bleibt uns von dem hier bezeichneten Umkreise des großen Meerbeckens (man sollte sagen*), da es nur Eine, überall communicirende Wassermasse auf der Erde giebt: des größten unter den Theilen der einigen Masse, welche zwischen Continente eindringend) noch die Länderstrecke zu beschreiben übrig, welche von dem Rio Gila bis zu Norton's und Kotzebue's Sunden reicht. Analogien, die man hergenommen aus Europa von den Pyrenäen oder der Alpenkette, aus Südamerika von den Cordilleren der Andes von Süd-Chili bis zum fünften Grade nördlicher Breite in Neu-Granada, haben, durch phantastische Kartenzeichnungen unterstützt, die irrige Meinung verbreitet, als könne das mexicanische Hochgebirge oder sein höchster Rücken mauerartig unter dem Namen einer Sierra Madre von Südost nach Nordost verfolgt werden. Der gebirgige Theil von Mexico aber ist eine breite, mächtige Anschwellung, welche sich allerdings in der eben angegebenen Richtung zwischen zwei Meeren in fünf- bis siebentausend Fuß Höhe zusammenhangend darbietet; auf der sich aber, wie am Caucasus und in Inner-Asien, nach partiellen, sehr verschiedenartigen Richtungen, höhere vulkanische Bergsysteme bis über 14000 und 16700 Fuß erheben. Die Reihung dieser partiellen Gruppen, auf nicht unter sich parallelen Spalten ausgebrochen, ist in ihrer Orientirung meist unabhängig von der idealen Achse, welche man durch die ganze Anschwellung des wellenförmig verflachten Rückens legen kann. Diese so merkwürdigen Verhältnisse der Bodengestalt veranlassen eine Täuschung, welche den malerischen Eindruck des schönen Landes erhöht. Die mit ewigem Schnee bedeckten Bergcolosse scheinen wie aus einer Ebene emporzusteigen. Man verwechselt räumlich den Rücken der sanften Anschwellung, die Hochebene, mit den Ebenen des Tieflandes; und nur das Klima, die Abnahme der Temperatur, erinnert unter demselben Breitengrade an das, was man gestiegen ist. Die oft erwähnte Erhebungs-Spalte der Vulkane von Anahuac (in der ost-

*) Der von dem gelehrten und mir befreundeten Geographen, Contre-Admiral de Fleurieu, dem Verfasser der Introduction historique au Voyage de Marchand, eingeführte Name Grand Océan zur Bezeichnung des Beckens der Südsee vertauscht das Ganze mit einem Theile und verleitet daher zur Verwechselung.

westlichen Richtung zwischen 19° und 19°¼ Breite) schneidet*) fast rechtwinklig die allgemeine Anschwellungs-Achse.

Die hier bezeichnete Gestaltung eines beträchtlichen Theils der Erdoberfläche, den man durch sorgfältige Messungen erst seit dem Jahre 1803 zu ergründen begonnen; ist nicht zu verwechseln mit solchen Anschwellungen, welche man von zwei mauerartig begrenzenden Gebirgsketten, wie in Bolivia um den See Titicaca und in Inner-Asien zwischen dem Hamalaya und Kuen-lün, umschlossen findet. Die erstgenannte, südamerikanische Anschwellung, welche gleichsam den Boden (die Sohle) eines Thales bildet, hat nach Pentland im Mittel 12054; die zweite, tibetische, nach Capt. Henry Strachey, Joseph Hooker und Thomas Thompson über 14070 Fuß Höhe über dem Meere. Der Wunsch, den ich vor einem halben Jahrhundert in meiner sehr umständlichen Analyse de l'Atlas géographique et physique du royaume de la Nouvelle-Espagne (§ XIV) geäußert habe: daß mein Profil der Hochebene zwischen Mexico und Guanaxuato durch Messungen über Durango und Chihuahua bis Santa Fé del Nuevo Mexico fortgesetzt werden möge, ist jetzt vollständig erfüllt. Die Länge des Weges beträgt, nur ¼ auf die Krümmungen gerechnet, weit über dreihundert geographische Meilen; und das Charakteristische dieser, so lange unbeachteten Erdgestaltung (das Sanftwellige der Anschwellung und die Breite derselben im Queer-Durchschnitt, bisweilen 60 bis 70 geogr. Meilen erreichend) offenbart sich durch den Umstand, daß hier ein Parallelen-Unterschied von vollen 60° 20′ (von Mexico nach Santa Fé), ohngefähr gleich dem von Stockholm und Florenz, auf dem Rücken des Tafellandes, ohne Vorrichtung von Kunststraßen, auf vierrädrigen Wagen überschritten wird. Die Möglichkeit eines solchen Verkehrs war den Spaniern schon am Ende des 16ten Jahrhunderts bekannt, als der Vicekönig, Conde de Monterey †), von Zacatecas aus die ersten Ansiedlungen anordnete.

Zur Bekräftigung dessen, was über die Höhenverhältnisse zwischen der Hauptstadt Mexico und Santa Fé del Nuevo Mexico im allgemeinen gesagt worden, schalte ich hier die Haupt-Elemente der barometrischen Nivellirungen ein, die von 1803 bis 1847 vollbracht worden sind. Ich lasse die Punkte in der Richtung von Norden nach Süden folgen, damit die nördlichsten, in der Reihung obenan gestellt, der Orientirung unserer Karten leichter entsprechen ‡).

---

*) Ueber die Achse der größten Höhen und der Vulkane in der Tropen-Zone von Mexico s. Kosmos 4. Buch S. 782. Vergl. auch Essai pol. sur la Nouv. Esp. T. I. p. 257—268, T. II. p. 173; Ansichten der Natur Bd. I. S. 344—350.

†) Durch Juan de Onate 1594. Memoir of a tour to Northern Mexico in 1846 and 1847 by Dr. Wislizenus. Ueber den Einfluß der Bodengestaltung (der wunderbaren Größe des Tafellandes) auf den inneren Handel und den Verkehr der Tropenzone mit dem Norden, wenn einst auch hier einmal bürgerliche Ordnung, gesetzliche Freiheit und Industrie erwachsen, vgl. Essai pol. T. IV. p. 38 und Dana p. 612.

‡) In dieser Uebersicht der Höhen des Bodens zwischen Mexico und Santa Fé del Nuevo Mexico, wie in der ähnlichen, aber unvollständigeren, welche ich in den Ansichten der Natur Bd. I. S. 349 gegeben, bedeuten die den Zahlen beigefügten Buchstaben Ws, Bt und Ht die Namen der Beobachter: nämlich Ws den Dr. Wislizenus, Verfasser des sehr lehrreichen, wissenschaftlichen Memoir of a tour to Northern Mexico, connected with Col. Doniphan's Expedition in 1846 and 1847 (Washington 1848); Bt den Oberbergrath Burkart und Ht meine eigenen Messungen. Als ich vom März 1803 bis zum Febr. 1804 mit astronomischen Ortsbestimmungen in dem tropischen Theile von Neuspanien beschäftigt war, und nach allen Materialien, die ich auffinden und discutiren konnte, eine General-Karte von Neuspanien zu entwerfen wagte, von der mein hochverehrter Freund, Thomas Jefferson, der damalige Präsident der Vereinigten Staaten, während meines Aufenthaltes in Washington eine, später oft gemißbrauchte Copie anfertigen ließ, gab es im Inneren des Landes auf dem Wege nach Santa Fé noch keine Breiten-Bestimmung nördlich von Durango (lat. 24° 25′). Nach den zwei von mir in den Archiven in Mexico aufgefundenen handschriftlichen Reisejournalen der Ingenieure Rivera Lafora und Mascaró aus den Jahren 1724 und 1765, welche Compaß-Richtungen und geschätzte partielle Distanzen enthielten, ergab eine sorgfältige Berechnung für die wichtige Station Santa Fé nach Don Pedro de Rivera lat. 36° 12′ und long. 108° 13′ (s. meinen Atlas géogr. et phys. du Mexique Tab. 6 und Essai pol. T. I. p. 75, 82). Ich hatte vorsichtig in der Analyse meiner Karte dieses Resultat als ein sehr ungewisses bekannt gemacht, da in den Schätzungen der Distanzen wie in der Compaß-Richtung ohne Correction der magnetischen Abweichung und bei dem Mangel von Objecten in baumlosen Ebenen ohne menschliche Wohnungen auf eine Erstreckung von mehr als 300 geogr. Meilen sich nicht alle Fehler compensiren (T. I. p. 127—131). Durch Zufall [illegible] das eben gegebene Resultat, mit dem der neuesten astronomischen Beobachtungen verglichen, in der Breite weit fehlerhafter als in der Länge ausgefallen: in der ersteren um 31, in der zweiten kaum um 23 Bogen-Minuten. Eben so ist es mir durch Combinationen [illegible] glückt annähernd richtig zu bestimmen die geographi[illegible]

Santa Fé del Nuevo Mexico (lat. 35° 41′) Höhe 6611 Par. Fuß, Ws
Albuquerque*) (lat. 35° 8′) Höhe 4550 F., Ws
Paso del Norte†) am Rio Grande del Norte lat. 29° 48,) Höhe 3557 F., Ws
Chihuahua (lat. 28° 32′) 4352 F., Ws
Cosiquiriachi 5886 F., Ws
Mapimi im Bolson de Mapimi (lat. 25° 54′) 4487 F., Ws
Parras (lat. 25° 32′) 4678 F., Ws
Saltillo (lat. 25° 10′) 4917 F., Ws
Durango (lat. 24° 25′) 6426 F., nach Oteiza
Fresnillo (lat. 23° 10′) 6797 F., Bt
Zacatecas (lat. 22° 50′) 8456 F., Bt
San Luis Potosi (lat. 22° 8′) 5714 F., Bt
Aguas calientes (lat. 21° 53′) 5875 F., Bt
Lagos (lat. 21° 20′) 5983 F., Bt
Villa de Leon (lat. 21° 7′) 5755 F.,
Silao 5546 F., Bt
Guanaxuato (lat. 21° 0′ 15″) 6414 F., Ht
Salamanca (lat. 20° 40′) 5406 F., Ht
Celaya (lat. 20° 38′) 5646 F., Ht
Queretaro (lat. 20° 36′ 39″) 5970 F., Ht
San Juan del Rio im Staat Queretaro (lat. 20° 30′) 6090 F, Ht
Tula (lat. 19° 57′) 6318 F., Ht
Pachuca 7638 F., Ht
Moran bei Real del Monte 7986 F., Ht
Huehuetoca, nördliches Ende der großen Ebene von Mexico (lat. 19° 48′) 7068 F., Ht
Mexico (lat. 19° 25′ 45″) 7008 F., Ht
Toluca (lat. 19° 16′) 8280 F., Ht
Venta de Chalco, südöstliches Ende der Ebene von Mexico (lat. 19° 16′), 7236 F., Ht
San Francisco Ocotlan, westliches Ende der großen Ebene von Puebla: 7206 F., Ht
Cholula, am Fuß der alten Treppen-Pyramide (lat. 19° 2′), 6480 F., Ht
la Puebla de los Angeles (lat. 19° 0′ 15″) 6756 F., Ht

Lage des Sees Timpanogos, welchen man jetzt gewöhnlich den Great Salt Lake nennt: indem man nur noch den Fluß, welcher in den kleinen Utah-See, einen Süßwasser-See, fällt, als Timpanogos River bezeichnet. In der Sprache der anwohnenden Utah-Indianer heißt Fluß og-wahbe, durch Verkürzung auch ogo allein; timpan heißt Fels: also bedeutet Timpan-ogo Felsfluß (Frémont, Explor. Exped. 1845 p. 273). Buschmann erklärt das Wort timpa für entstanden aus dem mexicanischen tetl Stein, indem er in pa eine einheimische Substantiv-Endung nord-mexicanischer Sprachen aufgedeckt hat: ogo giebt er die allgemeine Bedeutung von Wasser; s. sein Werk: die Spuren der aztekischen Sprache im nördlichen Mexico S. 354—356 und 351. Der Mormonen Great Salt Lake City liegt lat. 40° 46′, long. 114° 26′. Vergl. Expedition to the Valley of the Great Salt Lake of Utah, by Capt. Howard Stansbury, 1852 p. 300, und Humboldt, Ansichten der Natur Bd. I. S. 346. Meine Karte giebt Montagnes de Sel gemme etwas östlich von der Laguna de Timpanogos: lat. 40° 7′, long. 114° 9′; also trifft meine erste Vermuthung ab in der Breite 39, in der Länge 17 Minuten. — Die neuesten mir bekannt gewordenen Ortsbestimmungen von Santa Fé, der Hauptstadt Neu-Mexico's, sind a) nach vielen Sternhöhen bestimmt vom Lieut. Emory (1846), lat. 35° 44′ 6″; b) nach Gregg und Dr. Wislizenus (1848), vielleicht in einer andern Localität, 35° 41′ 6″. Die Länge ist für Emory 7h 4′ 18″ in Zeit von Greenwich, also im Bogen 108° 50′ von Paris; für Wislizenus 108° 22′. (New Mexico and California by Emory, Docum. No. 41 p. 36; Wisl. p. 29.) Der Fehler der meisten Karten ist, in der Gegend von Santa Fé die Orte in der Breite zu nördlich zu setzen. Die Höhe der Stadt Santa Fé über dem Meere ist nach Emory 6422, nach Wislizenus volle 6611 Pariser Fuß (Mittel 6516 F.): also gleich den Splügen- und Gotthards-Pässen der schweizer Alpen.

*) Die Breite von Albuquerque ist genommen aus der schönen Specialkarte: Map of the Territory of New Mexico by Kern 1851. Die Höhe ist nach Emory (p. 166) 4457 Fuß, nach Wislizenus (p. 122) aber 4559 Fuß.

†) Für die Breite des Paso del Norte vergl. Wislizenus p. 125 Met. Tables 8—12. August 1846.

(Das Dorf las Vigas bezeichnet das östliche Ende der Hochebene von Anahuac, lat. 19° 37′; die Höhe des Dorfes ist 7332 F., Ht)

Während vor dem Anfang des 19ten Jahrhunderts kein einziger Höhenpunkt in ganz Neuspanien barometrisch gemessen war, ist es jetzt möglich gewesen, hier in der Richtung von Norden nach Süden, in einer Zone von fast 16½ Breitengraden, zwischen den Städten Santa Fé und der Hauptstadt Mexico 32 hypsometrisch und meist auch astronomisch bestimmte Orte aufzustellen. Wir sehen die Bodenfläche der breiten mexicanischen Hochebene im Mittel zwischen 5500 und 7000 Fuß Höhe wellenförmig schwenken. Der niedrigste Theil des Weges von Parras bis Albuquerque ist noch 1000 Fuß höher als der höchste Theil des Vesuvs.

Von der großen, aber sanften*) Anschwellung des Bodens, deren culminirender Theil wir eben betrachtet haben und welche von Süden nach Norden, von dem tropischen Theile bis zu den Parallelen von 42° und 44°, in ost-westlicher Ausdehnung dermaßen zunimmt, daß das Great Basin, westlich vom großen Salzsee der Mormonen, im Durchmesser über 85 geographische Meilen bei 4000 Fuß mittlerer Höhe hat; sind die mauerartig darauf stehenden Gebirgsketten sehr verschieden. Die Kenntniß dieser Gestaltung ist eine der Hauptfrüchte von Frémont's großen hypsometrischen Untersuchungen in den Jahren 1842 und 1844. Die Anschwellung ist von einer anderen Epoche als das späte Aufsteigen dessen, was man Gebirgszüge und Systeme verschiedener Richtung nennt. Wo ohngefähr unter dem 32sten Breitengrade nach den jetzigen Grenzbestimmungen die Gebirgsmasse von Chihuahua in das westliche Gebiet der Vereinigten Staaten (in die von Mexico abgerissenen Provinzen) eintritt, führt dieselbe schon den etwas unbestimmten Namen der Sierra Madre. Eine bestimmte Bifurcation†) zeigt sich aber erst in der

*) Vergl. Frémont, Report of the Exploring Exped. in 1842 p. 60; Dana, Geology of the U. St. Expl. Exped. p. 611—613; und für Südamerika Alcide d'Orbigny, Voy. dans l'Amérique mérid. Atlas Pl. VIII de Géologie spéciale, fig. 1.

†) Ueber diese Bifurcation und die richtige Benennung der östlichen und westlichen Kette vergl. die große Specialkarte des Territory of New Mexico von Parke und Kern 1851, Edwin Johnson's Map of Railroads 1854, John Bartlett's Map of the Boundary Commission 1854, Exploration and Surveys from the Mississippi to the Pacific in 1853 and 1854 Vol. I. p. 15; und vor allem die vielumfassende, vortreffliche Arbeit von Jules Marcou: Geologist of the Southern Pacific R. R. Survey under the Command of Lieut. Whipple: als Résumé explicatif d'une Carte géologique des Etats Unis et d'un Profil géologique allant de la vallée du Mississippi aux côtes de l'Océan Pacifique, p. 113—116; auch im Bulletin de la Société géologique de France, 2e Série T. XII. p. 813. In dem von der Sierra Madre oder den Rocky Mountains eingeschlossenen Längenthale lat. 35°—38°½ haben die einzelnen Gruppen, aus welchen die westliche Kette der Sierra Madre und die östliche Kette der Rocky mountains (Sierra de Sandia) bestehen, besondere Namen. Zu der ersteren Kette gehören von Süden nach Norden: die Sierra de las Grullas, die Sierra de los Mimbres (Wislizenus p. 22 und 54), Mount Taylor (lat. 35° 15′), Sierra de Jemez und S. de San Juan; in der östlichen Kette unterscheidet man die Moro Pics, Sierra de la Sangre de Christo mit den östlichen Spanish Peaks (lat. 37° 32′) und die, sich nordwestlich wendenden, das Längenthal von Taos und Santa Fé schließenden White Mountains. Professor Julius Fröbel, dessen Untersuchung der Vulkane von Central-Amerika ich schon oben (Kosmos 4. Buch S. 779) erwähnt habe, hat mit vielem Scharfsinn die Unbestimmtheit der geographischen Benennung Sierra Madre auf den älteren Karten entwickelt, aber zugleich in einer Abhandlung: remarks contributing to the physical Geography of the North American Continent (9th annual Report of the Smithsonian Institution 1855 p. 272—291) die Behauptung aufgestellt, der ich nach Discussion vieler jetzt vorhandener Materialien keineswegs beipflichten kann: daß die Rocky Mountains gar nicht als eine Fortsetzung des mexicanischen Hochgebirges in der Tropenzone von Anahuac zu betrachten seien. Unzusammenbrochene Gebirgsketten: wie in den Apenninen, im schweizer Jura, in den Pyrenäen und einem großen Theile unserer Alpenkette, giebt es allerdings nur wenige bis zum 44. Breitengrade, vom Popocatepetl in Anahuac bis nördlich von Frémont's Peak in den Rocky Mountains, in der Richtung von Süd-Süd-Ost gen Nord-Nord-West nicht: aber die ungeheure, gegen Nord und Nordwest in der Breite immer mehr zunehmende Anschwellung des Bodens ist vom tropischen Mexico bis Oregon continuirlich; und auf dieser Anschwellung (Hochebene), welche das geognostische Hauptphänomen ist, erheben sich auf spät und zu sehr ungleicher Zeit entstandenen Spalten in oft abweichender Richtung einzelne Gebirgsgruppen. Diese aufgesetzten Berggruppen, in den Rocky Mountains aber zu der Ausdehnung von 8 Breitengraden fast wallartig zusammenhängend und durch meist trachytische, zehn- bis zwölftausend Fuß hohe Kegelberge weit sichtbar gemacht, lassen uns einen tiefen sinnlichen Eindruck, als dem Auge des Reisenden das umgebende hohe Plateau sich täuschend wie eine Ebene des Flachlandes darstellt. Wenn in den Cordilleren von Südamerika, von denen ich nur einen beträchtlichen Theil aus eigener Anschauung kenne, bis La Condamine's Zeiten von Zwei- und Drei-Theilung die Rede ist (der spanische Ausdruck für Cordilleras de los Andes bezieht sich ja auf solche Richtung und Theilung der Kette): so darf man nicht vergessen, daß auch hier die Richtungen der einzelnen gesonderten Berggruppen, als lange Rücken oder gereihte Kuppen, keineswegs unter einander oder der Richtung der ganzen Anschwellung parallel sind.

on Albuquerque. Bei dieſer Biſurcation behält die weſtliche Kette die allge-
nennung der Sierra Madre; die öſtliche erhält von lat. 36° 10′ an (etwas
) von Santa Fé) bei amerikaniſchen und engliſchen Reiſenden den eben nicht glück-
lten, aber jetzt überall eingeführten Namen des Felsgebirges, der Rocky
s. Beide Ketten bilden ein Längenthal, in dem Albuquerque, Santa Fé und
en und welches der Rio Grande del Norte durchſtrömt. In lat. 38°½ wird das
ch eine oſt-weſtliche, 22 geogr. Meilen lange Kette geſchloſſen. Ungetheilt ſetzen
y Mountains in einer Meridian-Richtung fort bis lat. 41°. In dieſem Zwiſchen-
eben ſich etwas öſtlich die Spanish Peaks, Pike's Peak (5440 F.), den Frémont
ebildet hat, James Peak (10728 F.) und die 3 Park Mountains: welche drei
ſſelthäler einſchließen, deren Seitenwände mit dem öſtlichen Long's Peak
Horn bis 8500 und 10500 Fuß emporſteigen. *) An der öſtlichen Grenze zwi-
Middle und North Park verändert die Gebirgskette auf einmal ihre Richtung
et ſich von lat. 40 ¼ bis 44° in einer Erſtreckung von ohngefähr 65 geogr. Mei-
Südoſt nach Nordweſt. In dieſem Zwiſchenraume liegen der South Pass (7028
die berühmten, ſo wunderbar ſpitz gezackten Wind River Mountains, mit Fré-
'eak (lat. 43° 8′), welcher die Höhe von 12730 F. erreicht. Im Parallel von
e bei den Three Tetons, wo die nordweſtliche Richtung aufhört, beginnt wieder
dian-Richtung der Rocky Mountains. Sie erhält ſich bis gegen Lewis and
Pass, der in lat. 47° 2′, lg. 114°½ liegt. Dort hat die Kette des Felsgebirges
anſehnliche Höhe (5608 F.), aber wegen der vielen tiefen Flußbetten gegen Flat-
er (Clarke's Fork) hin nimmt ſie bald an regelmäßiger Einfachheit ab. Clarke's
Lewis oder Snake River bilden den großen Columbia-Fluß, der einſt einen wich-
g für den Handel bezeichnen wird. (Explorations for a Railroad from the
pi river to the Pacific Ocean, made in 1853—1854 Vol. I. p. 107.

n Bolivia die öſtliche, von dem Meere entferntere Andeskette, die des Sorata
F.) und Illimani (19843 F.), keine jetzt noch entzündete Vulkane darbietet; ſo iſt
nwärtig in den weſtlichſten Theilen der Vereinigten Staaten die vulkaniſche Thä-
f die Küſtenkette von Californien und Oregon beſchränkt. Die lange Kette der
lountains, verſchiedentlich 120 und 200 geogr. Meilen vom Littoral der Südſee
ohne alle Spur noch ausdauernder Entzündung, zeigt dennoch, gleich der öſtlichen
n Bolivia im Thal von Yucay †), an beiden Abfällen vulkaniſches Geſtein, aus-
e Krater, ja Obſidian einſchließende Laven und Schlackenfelder. In der hier nach
refflichen Unterſuchungen von Frémont, Emory, Abbot, Wislizenus, Dana und
Larcou geographiſch beſchriebenen Gebirgskette der Rocky Mountains zählt der
unte, ein ausgezeichneter Geologe, drei Gruppen alt-vulkaniſchen Geſteins an bei-
llen auf. Die früheſten Beweiſe von dem Vulcanismus in dieſer Gegend ver-
ir auch hier dem Beobachtungsgeiſte von Frémont ſeit den Jahren 1842 und 1843

---

mont, Explor. Expedition p. 281—288. k lat. 38° 50′, abgebildet p. 114; Long's 15′; Erſteigung von Frémont's Peak (13570 . Die Wind River Mountains haben ihren n den Quellen eines Zufluſſes des Big Horn ſen Waſſer ſich mit denen des Yellow Stone einigen, welcher ſelbſt in den Ober-Miſſouri 8′, Lg. 105° 27′) fällt. S. die Abbildungen ebirges, reich an Glimmerſchiefer u. Granit, 70. Ich habe überall die engliſchen Benen- nordamerikaniſchen Geographen beibehalten, Ueberſetzung in eine rein deutſche Nomen- ine reiche Quelle der Verwirrung geworden in Richtung und Länge die, nach meines nd Reiſebegleiters, des Obriſten Ernſt Hof- hevollen Erforſchungen am Nord-Ende öſt- lich gekrümmte und vom truchmeniſchen Berge Airuck-Tagh (48°½) bis zum Sablja-Gebirge (65°) volle 255 geogr. Meilen lange Meridiankette des Ural mit den Rocky Mountains vergleichen zu können, erinnere ich hier daran, daß die letztere Kette zwiſchen den Parallelen von Pike's Peak und Lewis und Clarke's Paß von 107°½ in 114°½ Länge übergeht. Der Ural, welcher in dem eben genannten Abſtande von 17 Breitengraden wenig von dem Pariſer Meridian von 56° 40′ abweicht, verändert ebenfalls ſeine Richtung unter dem Parallel von 65°, und erlangt unter lat. 67°½ den Meridian von 63°½. Vergl. Ernſt Hofmann, der nördliche Ural und das Küſtengebirge Pae-Choi 1856 S. 191 und 297—305 mit Humboldt, Asie centrale (1843) T. I. p. 447.

†) Kosmos 4. Buch S. 789.

(Report of the Exploring Expedition to the Rocky Mountains in 1842, and to Oregon and North California in 1843—44 p. 164, 184—187 und 193).

Am östlichen Abfall der Rocky Mountains, auf dem südwestlichen Wege von Bent's Fort am Arkansas-Flusse nach Santa Fé del Nuevo Mexico, liegen zwei ausgebrannte Vulkane, die Raton Mountains*) mit Fisher's Peak und (zwischen Galisteo und Pleña blanca) der Hügel el Cerrito. Die Laven der ersteren überdecken die ganze Gegend zwischen dem Oberen Arkansas und dem Canadian River. Der Pechstein und die vulkanischen Schlacken, welche man schon in den Prairies zu finden anfängt, je nachdem man sich, von Osten kommend, den Rocky Mountains mehr nähert, gehören vielleicht alten Ausbrüchen des Cerrito oder gar der mächtigen Spanish Peaks (37° 32′) an. Dieses östliche vulkanische Gebiet der isolirten Raton Mountains bildet eine Area von 20 geogr. Meilen Durchmesser; sein Centrum liegt ohngefähr in lat. 36° 50′.

Am westlichen Abfall nehmen die sprechendsten Zeugen alter vulkanischer Thätigkeit einen weit größeren Raum ein, welchen die wichtige Expedition des Lieut. Whipple in seiner ganzen Breite von Osten nach Westen durchzogen hat. Dieses vielgestaltete Gebiet, doch nördlich von der Sierra de Mogoyon volle 30 geogr. Meilen lang unterbrochen, ist enthalten (immer nach Marcou's geologischer Karte) zwischen lat. 33° 48′ und 35° 40′; es sind also südlichere Ausbrüche als die der Raton Mountains. Ihr Mittel fällt sich in den Parallel von Albuquerque. Das hier bezeichnete Areal zerfällt in zwei Abtheilungen: die dem Kamm der Rocky Mountains nähere des Mount Taylor, welche bei der Sierra de Zuni †) endet; und die westlichere Abtheilung, Sierra de San Francisco genannt. Der 11500 Fuß hohe Kegelberg Mount Taylor ist strahlförmig umgeben von Lavaströmen, die, als Malpais noch jetzt von aller Vegetation entblößt, mit Schlacken und Bimsstein bedeckt, sich mehrere Meilen weit hinschlängeln: ganz wie in der Umgebung des Hella. — Ohngefähr 18 geogr. Meilen in Westen von dem jetzigen Pueblo de Zuni erhebt sich das hohe vulkanische Gebirge von San Francisco selbst. Es zieht sich, mit einem Gipfel, den man auf mehr als 15000 Fuß Höhe geschätzt hat, südlich vom Rio Colorado chiquito hin; wo weiter nach Westen Bill William Mountain, der Aztec Pass (5892 F.) und Aquarius Mountains (8000 F.) folgen. Das vulkanische Gestein endet nicht beim Zusammenfluß des Bill William Fork mit dem großen Colorado, nahe bei dem Dorfe der Mohave-Indianer (lat. 34°¼, lg. 116° 20′); denn noch jenseits des Rio Colorado bei dem Soda-See sind mehrere ausgebrannte, noch offene Eruptiv-Krater zu erkennen.‡) So sehen wir also hier in dem jetzigen Neu-Mexico in der vulkanischen Gruppe von der Sierra de San Francisco bis etwas westlich vom Rio Colorado grande oder del occidente (in den der Gila fällt), in einer Strecke von 45 geogr. Meilen, das alt-vulkanische Gebiet der Auvergne und des Vivarais sich wiederholen, und der geologischen Forschung ein neues und weites Feld eröffnen.

Ebenfalls am westlichen Abfall, aber 135 geogr. Meilen nördlicher, liegt die dritte alt-vulkanische Gruppe der Rocky Mountains, die des Frémont's Peak's und der gedoppelten Dreiberge: welche in Kegelgestalt und Sinn der Benennung Trois Tetons und Three Buttes‖) sich sehr ähnlich sind. Die ersteren liegen westlicher als die letzteren, daher sie

*) Der Raton-Paß hat nach der Wegkarte von 1855, welche zu dem allgemeinen Berichte des Staatssecretärs Jefferson Davis gehört, noch eine Höhe von 6737 Fuß über dem Meere. Vergl. auch Marcou, Résumé explicatif d'une Carte géol. 1855 p. 113.

†) Es sind zu unterscheiden von Osten nach Westen der Gebirgsrücken von Zuni, wo der Paso de Zuni noch 7454 Fuß erreicht; Zuni viejo: das alte, zerstörte Pueblo, von Möllhausen auf Whipple's Expedition abgebildet; und das jetzt bewohnte Pueblo de Zuni. Zehn geogr. Meilen nördlich von letzterem, bei dem Fort Defiance, ist auch noch ein sehr kleines, isolirtes, vulkanisches Gebiet. Zwischen dem Dorfe Zuni und dem Abfall nach dem Rio Colorado chiquito (little Colorado) liegt unbedeckt der versteinerte Wald, welchen Möllhausen 1853 vortrefflich abgebildet und in einer an die geographische Gesellschaft zu Berlin eingesendeten Abhandlung beschrieben hat. Unter die verkieselten Coniferen sind nach Marcou (Résumé explic. d'une Carte géol. p. 59) fossile baumartige Farren gemengt.

‡) Alles nach den Profilen von Marcou und der oft citirten Wegkarte von 1855.

‖) Die französischen Benennungen, von canadischen Pelzjägern eingeführt, sind im Lande und auf englischen

Gebirgskette ferner. Sie zeigen weit verbreitete, vielfach zerrissene, schwarze Lava-Bänke mit verschlackter Oberfläche.*)

Der Kette der Rocky Mountains parallel und in dem nördlichen Theile seit lat. 46° 12′ noch jetzt der Sitz vulkanischer Thätigkeit, laufen theils einfach, theils gedoppelt mehrere Küstenketten hin: zuerst von San Diego bis Monterey (32°¼ bis 36°¾) die speciell so genannte Coast Range, eine Fortsetzung des Landrückens der Halbinsel Alt- oder Unter-Californien; dann, meist 20 geogr. Meilen von dem Littoral der Südsee entfernt, die Sierra Nevada (de Alta California) von 36° bis 40°¾; dann, von den hohen Shasty Mountains im Parallel der Trinidad-Bai (lat. 41° 10′) beginnend, die Cascaden-Bergkette (Cascade Range), welche die höchsten noch entzündeten Gipfel enthält und in 26 Meilen Entfernung von der Küste von Süden nach Norden bis weit hinaus über den Parallel der Fuca-Straße streicht. Dieser letzteren Kette gleichlaufend (lat. 43°—46°), aber 70 Meilen vom Littoral entfernt, erheben sich, im Mittel sieben- bis achttausend Fuß hoch, die Blue Mountains.†) — Im mittleren Theile von Alt-Californien, etwas mehr nach Norden: nahe der östlichen Küste oder dem Meerbusen, in der Gegend der ehmaligen Mission de San Ignacio, etwa in 28° N.B., liegen der erloschene Vulkan oder „die Vulkane" de las Virgenes, die ich auf meiner Karte von Mexico angegeben habe. Dieser Vulkan hatte 1746 seinen letzten Ausbruch; über ihn und die ganze Gegend fehlt es an sicheren Nachrichten. (S. Venegas, Noticia de la California 1757 T. I. p. 27 und Duflot de Mofras exploration de l'Orégon et de la California 1844 T. I. p. 218 und 239).

Schon in der Coast Range nahe bei dem Hafen von San Francisco, an dem vom Dr. Trask untersuchten Monte del Diablo (3446 F.), und in dem goldreichen Längenthale des Rio del Sacramento, in einem eingestürzten Trachyt-Krater, der Sacramento Butt genannt wird und den Dana abgebildet; ist alt-vulkanisches Gestein aufgefunden worden. Weiter nördlich enthalten die Shasty oder Tshashtl Mountains Basalt-Laven; Obsidian, dessen die Eingeborenen sich zu Pfeilspitzen bedienen; und die talkartigen Serpentine, welche an vielen Punkten der Erde als den vulkanischen Formationen nahe verwandt auftreten. Aber der eigentliche Sitz noch jetzt bestehender Entzündung ist das Cascaden-Gebirge, in welchem, mit ewigem Schnee bedeckt, mehrere Pics sich bis 15000 Fuß erheben. Ich lasse diese hier von Süden nach Norden folgen: die gegenwärtig entzündeten, mehr oder weniger thätigen Vulkane sind, wie bisher geschehen (Kosmos 4. B. S. 672 Anm.*), mit einem Sternchen bezeichnet. Die unbezeichneten hohen Kegelberge sind wahrscheinlich theils ausgebrannte Vulkane, theils ungeöffnete trachytische Glockenberge:

Mount Pitt oder M'Laughlin: lat. 42° 30′, etwas westlich vom See Tlamat; Höhe 8960 F.;

Mt Jefferson oder Vancouver (lat. 44° 35′), ein Kegelberg;

Mt Hood (lat 45° 10′): mit Gewißheit ein ausgebrannter Vulkan, von zelliger Lava bedeckt; nach Dana mit dem, nördlicher in der Vulkan-Reihe gelegenen Mt Saint Helen's zwischen 14000 und 15000 Fuß hoch, doch etwas niedriger‡) als dieser. Mt Hood ist erstiegen worden im August 1853 von Lake, Travaillot und Heller;

Karten allgemein gebräuchlich. Die relative Ortslage der ausgebrannten Vulkane ist nach den neuesten Bestimmungen folgende: Frémont's Peak Br. 43° 5′, Lg. 112° 36′; Trois Tentons Br. 43° 38′, Lg. 113° 16′; Three Buttes Br. 43° 20′, Lg. 115° 2′; Fort Hall Br. 43° 0′, Lg. 114° 45′.

*) Lieut. Mullan über die vulkanische Formation, in den Reports of Explor. and Surveys Vol. I. 1855 p. 336 und 348; s. auch Lambert's und Tinkham's Berichte über die Three Buttes daselbst p. 167 und 226—230, und Jules Marcou p. 118.

†) Dana p. 618—621; Blaue Berge, p. 608—611; Sacramento Butt, p. 630—643; Shasty Mountains p. 614: Cascade Range. — Ueber die durch vulkanisches Gestein durchbrochene Monte Diablo Range s. auch John Trask on the geology of the Coast Mountains and the Sierra Nevada 1854 p. 13—18.

‡) Dana (p. 615 und 640) schätzte den Vulkan St. Helen's 15000 Par. Fuß und Mount Hood also unter dieser Höhe; dagegen soll nach Anderen Mt Hood die große Höhe von 18316 feet = 17176 Pariser Fuß: also 2570 Par. Fuß mehr als der Gipfel des Montblanc und 4138 Fuß mehr als Frémont's Peak in den Rocky Mountains [illegible]. Mount Hood wäre nach dieser Naturgeschichte der Vulkane [illegible] Fuß niedriger als der Vulkan

Mt Swalalahos oder Saddle Hill, in Süd-Süd-Oſt von Aſterſa*), mit dem eingeſtürzten, ausgebrannten Krater;

Mt Saint Helen's*, nördlich vom Columbia-Strome (lat. 46° 12′): nach Dana nicht unter 14100 Fuß hoch†); noch entzündet, immer rauchend aus dem Gipfel-Krater; ein mit ewigem Schnee bedeckter Vulkan von ſehr ſchöner, regelmäßiger conischer Geſtalt; am 23. Nov. 1842 war ein großer Ausbruch, der nach Frémont alles weit umher mit Aſche und Bimsſtein bedeckte;

Mt Adams (lat. 46° 18′): faſt ganz in Oſten von dem Vulkan St. Helen's; über 28 geogr. Meilen von der Küſte entfernt, wenn der eben genannte, noch entzündete Berg nur 19 dieſer Meilen abſteht;

Mt Reignier*, auch Mt. Rainier geſchrieben: lat. 46° 48′; oſt-ſüdöſtlich von Fort Nisqually, am Pugets-Sund, der mit der Fuca Straße zuſammenhängt: ein brennender Vulkan, nach Edwin Johnſon's Wegkarte von 1854 hoch 12330 engliſche oder 11567 Pariſer Fuß; er hatte heftige Eruptionen 1841 und 1843;

Mt Olympus (lat. 47° 50′), nur 6 geogr. Meilen ſüdlich von der, in der Geſchichte der Südſee-Entdeckungen lange ſo berühmten Straße San Juan de Fuca;

Mt Baker*: ein mächtiger, im Gebiet von Waſhington (lat. 48° 48′) aufſteigender, noch jetzt thätiger Vulkan, von großer (ungemeſſener?) Höhe und rein conischer Form;

Mt Brown (15000 F.?) und etwas öſtlicher Mt Hooker (15700 F.?) werden als hohe, alt-vulkaniſche Trachytberge in Neu-Caledonien, unter lat. 52°½ und long. 120 und 122°, von Johnſon angegeben: alſo wegen eines Abſtandes von mehr als 75 geogr. Meilen von der Küſte merkwürdig;

Mt Edgecombe*: auf der kleinen Lazarus-Inſel nahe bei Sitka (lat. 57° 2′), deſſen heftigen feurigen Ausbruch von 1796 ich ſchon an einer früheren Stelle (Kosmos 4. Buch S. 663 Anm.*) erwähnt habe. Capt. Liſianſky, welcher ihn in den erſten Jahren des jetzigen Jahrhunderts erſtieg, fand den Vulkan damals unentzündet; die Höhe‡) beträgt nach Ernſt Hofman 2852 F., nach Liſianſky 2628 F.; nahe dabei ſind heiße Quellen, die aus Granit ausbrechen, wie auf dem Wege von den Valles de Aragua nach Portocabello;

Mt Fairweather, cerro de Buen Tiempo: nach Malaſpina 4489 mètres oder 13802 Fuß hoch||) in lat. 58° 45′; mit Bimsſtein bedeckt; wahrſcheinlich noch vor kurzem entzündet, wie der Elias-Berg;

Vulkan von Cook's Inlet (lat. 60 8′): nach Admiral Wrangel 11320 Fuß hoch; von dieſem gelehrten Seefahrer wie von Vancouver für einen thätigen Vulkan gehalten§);

Elias-Berg: lat. 60° 17′, lg. 138° 30′; nach den Handſchriften Malaſpina's, die ich in den Archiven in Mexico fand, 5441 mètres oder 16749 Par. Fuß hoch: nach der Karte von Capt. Denham 1853 bis 1856 iſt die Höhe nur 14044 Par. Fuß.

Was in der nordweſtlichen Durchfahrts-Reiſe von M'Clure (lat. 69° 57′, long. 122° 20′) öſtlich vom Ausfluß des Mackenzie-Fluſſes, die Vulkane der Franklins-Bucht genannt wird, ſcheint ein Phänomen ſogenannter Erdfeuer oder heißer, Schwefeldämpfe ausſtoßender Salſen zu ſein. Ein Augenzeuge, der Miſſionar Wierſching,

---

Cotopaxi; dagegen überträfe nach Dana Mt Hood den höchſten Gipfel des Felsgebirges höchſtens um 2300 F. Ich mache immer gern aufmerkſam auf ſolche variantes lectiones.

*) Dana, Geol. of the U. S. Expl. Exp. p. 640 und 643—645.

†) Aeltere Varianten der Höhen ſind nach Wilkes 9550, nach Simpſon 12700 Fuß.

‡) Karſten's Archiv für Mineralogie Bd. I. 1829 S. 243.

||) Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle Esp. T. I. p. 265, T. II. p. 310.

§) Nach einem Manuſcripte, das ich im Jahre 1803 in den Archiven von Mexico habe benutzen dürfen, iſt in der Expedition von Juan Perez und Eſteban José Martinez im Jahr 1774 die ganze Küſte von Nutka bis zu dem ſpäter ſo genannten Cook's Inlet beſucht worden (a. a. O. p. 296—298).

Dolmetscher der Expedition auf dem Schiff Investigation, fand 30 bis 40 Rauchsäulen, welche aus Erdspalten oder kleinen, kegelförmigen Erhebungen von vielfarbigem Letten aufstiegen. Der Schwefelgeruch war so stark, daß man sich den Rauchsäulen kaum auf 12 Schritte nahen konnte. Anstehendes Gestein oder feste Massen waren nicht zu finden. Lichterscheinungen waren Nachts vom Schiffe aus gesehen worden; keine Schlamm-Auswürfe, aber große Hitze des Meerbodens wurden bemerkt: auch kleine Becken schwefelsauren Wassers. Die Gegend verdient eine genaue Untersuchung, und das Phänomen steht als der vulkanischen Thätigkeit in dem californischen Cascaden-Gebirge des Cerro de Buen Tiempo oder des Elias-Berges ganz fremd da. (M'Clure, Discovery of the N. W. Passage p. 99; Papers relative to the Arctic Expedition 1854 p. 34; Miertsching's Reisetagebuch, Gnadau 1855, S. 46.)

Ich habe bisher in ihrem innigen Zusammenhange geschildert die vulkanischen Lebensthätigkeiten unseres Planeten, gleichsam die Steigerung des großen und geheimnißvollen Phänomens einer Reaction des geschmolzenen Inneren gegen die mit Pflanzen- und Thier-Organismen bedeckte Oberfläche. Auf die fast bloß dynamischen Wirkungen des Erdbebens (der Erschütterungswellen) habe ich die Thermalquellen und Salsen, d. i. Erscheinungen folgen lassen, welche, mit oder ohne Selbstentzündung, durch die den Quellwassern und Gas-Ausströmungen mitgetheilte, bleibende Temperatur-Erhöhung wie durch chemische Mischungs-Verschiedenheit erzeugt werden. Der höchste und in seinen Aeußerungen complicirteste Grad der Steigerungen wird in den Vulkanen dargeboten, da diese die großen und so verschiedenartigen Processe krystallinischer Gesteinbildung auf trockenem Wege hervorrufen, und deshalb nicht bloß auflösen und zerstören, sondern auch schaffend auftreten und die Stoffe zu neuen Verbindungen umgestalten. Ein beträchtlicher Theil sehr neuer, wo nicht der neuesten Gebirgsschichten ist das Werk vulkanischer Thätigkeit: sei es, wenn noch jetzt an vielen Punkten der Erde aus eigenen, kegel- oder domförmigen Gerüsten geschmolzene Massen sich ergießen; oder daß in dem Jugendalter unseres Planeten, ohne Gerüste, aus einem Netze offener Spalten neben den Sedimentschichten basaltisches und trachytisches Gestein unmittelbar entquoll.

Die Oertlichkeit der Punkte, in welchen ein Verkehr zwischen dem flüssigen Erd-Inneren und der Atmosphäre sich lange offen erhalten hat, habe ich sorgfältigst in den vorstehenden Blättern zu bestimmen gestrebt. Es bleibt jetzt übrig, die Zahl dieser Punkte zu summiren, aus der reichen Fülle der in sehr fernen historischen Zeiten thätigen Vulkane die jetzt entzündeten auszuscheiden, und sie nach ihrer Vertheilung in continentale und Insel-Vulkane zu betrachten. Wenn alle, die ich in der Summirung als untere Grenzzahl (nombre limite, limite inférieure) glaube annehmen zu dürfen, gleichzeitig in Thätigkeit wären: so würde ihr Einfluß auf die Beschaffenheit des Luftkreises und seine klimatischen, besonders electrischen Verhältnisse gewiß überaus bemerkbar sein; aber die Ungleichzeitigkeit der Eruptionen vermindert den Effect und setzt demselben sehr enge und meist nur locale Schranken. Es entstehen bei großen Eruptionen um den Krater, als Folge der Verdampfung, vulkanische Gewitter, welche, von Blitz und heftigen Regengüssen begleitet, oft verheerend wirken; aber ein solches atmosphärisches Phänomen hat keine allgemeine Folgen. Denn daß die denkwürdige Verfinsterung (der sogenannte Höhenrauch), welcher viele Monate lang vom Mai bis August des Jahres 1783 einen bedeutenden Theil von Europa und Asien, wie Nord-Afrika in Erstaunen setzte (wogegen auf hohen schweizer Gebirgen der Himmel rein und ungetrübt gesehen wurde), den großer Thätigkeit des isländischen Vulcanismus und der Erdbeben von Calabrien verursacht worden sei: wie man bisweilen noch jetzt behauptet; ist mir wegen der Größe der

Eruptionen sehr unwahrscheinlich: wenn gleich ein gewisser Einfluß der Erdbeben, wo sie viel Raum umfassen, auf den ungewöhnlichen Eintritt der Regenzeit, wie im Hochlande von Quito und Riobamba (Februar 1797) oder im süd-östlichen Europa und Kleinasien (Herbst 1856), eher anzunehmen sein möchte als der isolirte Einfluß einer vulkanischen Eruption.

In der hier folgenden Tabelle zeigt die erste Ziffer die Anzahl der in den vorigen Blättern aufgeführten Vulkane an; die zweite, in Parenthesen eingeschlossene Zahl deutet auf den Theil derselben, welcher noch seit der neueren Zeit Beweise der Entzündung gegeben hat.

Zahl der Vulkane auf dem Erdkörper.

I. Europa (Kosmos 4. B.)	7	(4)
II. Inseln des atlantischen Meeres	14	(8)
III. Afrika	3	(1)
IV. Asien, das continentale:	25	(15)
a) westlicher Theil und das Innere	11	(6)
b) Halbinsel Kamtschatka	14	(9)
V. ost-asiatische Inseln	69	(54)
VI. süd-asiatische Inseln	120	(56)
VII. indischer Ocean	9	(5)
VIII. Südsee	40	(26)
IX. Amerika, das continentale:	115	(53)
a) Südamerika:	56	(26)
α) Chili	24	(13)
β) Peru und Bolivia	14	(3)
γ) Quito und Neu-Granada	18	(10)
b) Central-Amerika	29	(18)
c) Mexico, südlich vom rio Gila	6	(4)
d) Nordwest-Amerika, nördlich vom Gila	24	(5)
Antillen*)	5	(3)
	407	(225)

*) In den antillischen Inseln ist die vulkanische Thätigkeit auf die sogenannten Kleinen Antillen eingeschränkt: da drei oder vier noch thätige Vulkane auf einer etwas bogenförmigen Spalte von Süden nach Norden, den Vulkan-Spalten Central-Amerika's ziemlich parallel, ausgebrochen sind. Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit: bei den Betrachtungen, welche die Gleichzeitigkeit der Erdbeben in den Flußthälern des Ohio, Mississippi und Arkansas mit denen des Orinoco und des Littorals von Venezuela anregt; das kleine Meer der Antillen in seinem Zusammenhang mit dem Golf von Mexico und der großen Ebene der Luisiana zwischen den Alleghanys und Rocky Mountains, nach geognostischen Ansichten, als ein einziges altes Becken geschildert (Voyage aux Régions équinoxiales T. II. p. 5 und 19; Kosmos 4. Buch S. 640). Dieses Becken wird in seiner Mitte, zwischen 18° und 22° Breite, durch eine plutonische Gebirgsreihe vom Cap Catoche der Halbinsel Yucatan an bis Tortola und Virgen gorda durchschnitten. Cuba, Haiti und Portorico bilden eine west-östliche Reihe, welche der Granit- und Gneiß-Kette von Caracas parallel läuft; dagegen verbinden die, meist vulkanischen, Kleinen Antillen die eben bezeichnete plutonische Kette (die der Großen Antillen) und die des Littorals von Venezuela mit einander; sie schließen den südlichen Theil des Beckens in Osten. Die jetzt noch thätigen Vulkane der Kleinen Antillen liegen zwischen den Parallelen von 1° bis 16½. Es folgen von Süden nach Norden:

Der Vulkan der Insel St. Vincent, bald zu 3000, bald zu 4740 Fuß Höhe angegeben. Seit dem Ausbruch von 1718 herrschte Ruhe, bis ein ungeheurer Lava-Ausbruch am 27. April 1812 erfolgte. Die ersten Erschütterungen, dem Krater nahe, fingen bereits im Mai 1811 an: drei Monate nachdem die Insel Sabrina in den Azoren aus dem Meere aufgestiegen war. In dem Bergthal von Caracas, 3280 F. über dem Meeresspiegel, begannen sie schwach schon im December desselben Jahres. Die völlige Zerstörung der großen Stadt war am 26. März 1812. So wie mit Recht das Erdbeben, welches am 14. Decbr. 1796 Cumana zerstörte, der Eruption des Vulkans von Guadeloupe (Ende September 1796) zugeschrieben wurde, so scheint der Untergang von Caracas eine Wirkung der Reaction eines südlicheren Vulkans der Antillen, des von St. Vincent, gewesen zu sein. Das furchtbare, dem Kanonendonner gleiche, unterirdische Getöse, welches eine heftige Eruption des zuletzt genannten Vulkans am 30. April 1812 erregte, wurde in den weiten Gras-Ebenen (Llanos) von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, 48 geographische Meilen westlicher als seine Vereinigung mit dem Orinoco, vernommen (Humboldt, Voy. T. II. p. 14). Der Vulkan von St. Vincent hatte keine Lava gegeben seit 1718; am 30. April entfloß ein Lavastrom dem Gipfel-Krater und gelangte nach 4 Stunden bis an das Meeresufer. Sehr auffallend ist es gewesen und mir von sehr verständigen Küstenfahrern bestätigt worden, daß das Getöse auf offenem Meere fern von der Insel weit stärker war als nahe am Littoral.

Der Vulkan der Insel St. Lucia, gewöhnlich nur eine Solfatare genannt, ist kaum zwölf- bis achthundert Fuß hoch. Im Krater liegen viele kleine, periodisch mit siedendem Wasser gefüllte Becken. Im Jahr 1766 soll ein Auswurf von Schlacken und Asche

Das Resultat dieser mühevollen Arbeit, welche mich lange beschäftigt hat, da ich überall zu den Quellen (den geognostischen und geographischen Reiseberichten) aufgestiegen bin, ist

beobachtet worden sein, was freilich bei einer Solfatare ein ungewöhnliches Phänomen ist; denn wenn auch (nach den gründlichen Untersuchungen von Jas. Forbes und Poulett Scrope) an einer Eruption der Solfatare von Pozzuoli im Jahr 1198 wohl nicht zu zweifeln ist, so könnte man doch geneigt sein dies Ereigniß als eine Seitenwirkung des nahe gelegenen Hauptvulkans, des Vesuvs, zu betrachten. (S. Forbes im Edinburg Journal of Science Vol. I. p. 128 und Poul. Scrope in den Transact. of the Geol. Soc. 2d Ser. Vol. II. p. 346.) Lancerote, Hawaii und die Sunda-Inseln bieten uns analoge Beispiele von Ausbrüchen dar, die von den Gipfel-Kratern, dem eigentlichen Sitze der Thätigkeit, überaus fern liegen. Freilich hat sich bei großen Vesuv-Eruptionen in den Jahren 1794, 1822, 1850 und 1855 die Solfatara von Pozzuoli nicht geregt (Julius Schmidt über die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 156): wenn gleich Strabo (Lib. V. pag. 245) lange vor dem Ausbruche des Vesuvs, in dem Brandfelde von Dicäarchia bei Kymäa und Phlegra auch von Feuer, freilich unbestimmt, spricht. (Dicäarchia erhielt zu Hannibal's Zeit von den Römern, die es da colonisirten, den Namen Puteoli. „Einige meinen", setzt Strabo hinzu, „daß wegen des üblen Geruches des Wassers die ganze dortige Gegend bis Bajä und Kymäa so genannt sei, weil sie voll Schwefels, feuers und warmer Wasser ist. Einige glauben, daß deshalb Kymäa, Cumanus ager, auch Phlegra genannt werde . . . .": und danach erwähnt Strabo noch dort „Erdrisse von Feuer und Wasser, προχοὰς τοῦ πυρὸς καὶ τοῦ ὕδατος.")

Die neue vulkanische Thätigkeit der Insel Martinique in der Montagne Pelée (nach Duvuget 4416 F. hoch), dem Vauclin und den Pitons du Carbet ist noch zweifelhafter. Der große Dampf-Ausbruch vom 22. Januar 1792, welchen Thisholm beschreibt, und der Aschenregen vom 5. August 1851 verdienen nähere Prüfung.

Die Soufrière de la Guadeloupe, nach den älteren Messungen von Amic und le Boucher 5100 und 4794 Fuß, aber nach den neuesten und sehr genauen von Charles Sainte-Claire Deville nur 4567 Fuß hoch, hat sich am 28. Sept. 1797 (also 78 Tage vor dem großen Erd eben und der Zerstörung der Stadt Cumana) als ein Bimasstein auswerfender Vulkan erwiesen (Rapport fait au Général Victor Hugues par Amic et Hapel sur le Volcan de la Basse-Terre, dans la nuit du 7 au 8 Vendimiaire an 6, pag. 46; Humboldt Voy. T. I. p. 316). Der untere Theil des Berges ist dioritisches Gestein; der vulkanische Kegelberg, dessen Gipfel geöffnet ist, labrador-haltiger Trachyt. Lava scheint dem Berge, welchen man wegen seines gewöhnlichen Zustandes die Soufrière nennt, nie in Strömen entflossen zu sein, weder aus dem Gipfel-Krater noch aus Seitenspalten; aber die von dem vortrefflichen, so früh dahingeschiedenen Dufrénoy, mit der ihm eigenen Genauigkeit, untersuchten Aschen der Eruptionen vom September 1797, December 1836 und Februar 1837 erwiesen sich als fein zermalmte Laven-Fragmente, in denen feldspathartige Mineralien (Labrador, Rhyakolith und Sanidin) neben Pyroxen zu erkennen waren. (S. Berthier, Daver, Elie de Beaumont und Dufrénoy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. IV. 1837 p. 294, 651 und 743—749.) Auch kleine Fragmente von Quarz hat neben den Labrador-Krystallen Deville in den Trachyten der Soufrière (Comptes rendus T. XXXII. p. 675) erkannt, wie Gustav Rose sogar Hexagon-Dodecaëder von Quarz auch in den Trachyten des Vulkans von Arequipa (Meyen, Reise um die Erde Bd. II. S. 23) fand.

Die hier geschilderten Erscheinungen, ein temporäres Ausstoßen sehr verschiedenartiger mineralischer Gebilde aus den Spalten-Oeffnungen einer Soufrière, erinnern recht lebhaft daran, daß, was man Solfatare, Soufrière oder Fumarole zu nennen pflegt, eigentlich nur gewisse Zustände vulkanischer Thätigkeit bezeichnet. Vulkane, die einst Lava ergossen oder, wenn diese gefehlt, unzusammenhangende Schlacken von beträchtlichem Volum, ja endlich dieselben Schlacken, aber durch Reibung gepulvert, ausgestoßen haben; kommen bei verminderter Thätigkeit in ein Stadium, in dem sie nur Schwefel-Sublimate, schweflige Säure und Wasserdampf liefern. Wenn man sie als solche Halbvulkane nennt, so wird man leicht Veranlassung zu der Meinung geben, sie seien eine eigene Classe von Vulkanen. Bunsen: dem mit Boussingault, Senarmont, Charles Deville und Daubrée, durch scharfsinnige und glückliche Anwendung der Chemie auf Geologie und besonders auf die vulkanischen Processe, unsere Wissenschaft so herrliche Fortschritte verdankt, zeigt, „wie da, wo in Schwefel-Sublimationen, welche fast alle vulkanischen Eruptionen begleiten, die Schwefelmassen in Dampfgestalt den glühenden Pyroxen-Gesteinen begegnen, die schweflige Säure ihren Ursprung nimmt durch partielle Zersetzung des in jenen Gesteinen enthaltenen Eisen-Oxydes. Sinkt darauf die vulkanische Thätigkeit zu niederen Temperaturen herab, so tritt die chemische Thätigkeit dieser Zone in eine neue Phase. Die daselbst erzeugten Schwefel-Verbindungen des Eisens und vielleicht der Erd- und Alkali-Metalle beginnen ihre Wirkung auf den Wasserdampf; und als Resultat der Wechselwirkung entstehen Schwefel-Wasserstoff und dessen Zersetzungs-Producte: freier Wasserstoff und Schwefeldampf." — Die Schwefel-Fumarolen überdauern die großen vulkanischen Ausbrüche Jahrhunderte lang. Die Salzsäuren-Fumarolen gehören einer anderen und späteren Periode an. Sie können nur selten den Charakter permanenter Erscheinungen annehmen. Der Ursprung der Salzsäure in den Krater-Gasen ergiebt sich daraus, daß das Kochsalz, welches so oft als Sublimations-Product bei Vulkanen, besonders am Vesuv, auftritt, bei höheren Temperaturen unter Mitwirkung von Wasserdampf durch Silicate in Salzsäure und Natron zerlegt wird, welches letztere sich mit den vorhandenen Silicaten verbindet. Salzsäuren-Fumarolen, die bei italiänischen Vulkanen nicht selten in dem großartigsten Maaßstabe, und dann gewöhnlich von mächtigen Kochsalz-Sublimationen begleitet zu sein pflegen, erscheinen für Island von sehr geringer Bedeutung. Als die Endglieder in der chronologischen Reihenfolge aller dieser Erscheinungen treten zuletzt nur die Emanationen der Kohlensäure auf. Der Wasserstoff-Gehalt ist bisher in den vulkanischen Gasen fast gänzlich übersehen worden. Er ist vorhanden in der Dampfquelle der großen Solfatare von Krisuvik und Reykjalidh auf Island: und zwar an beiden Orten mit Schwefel-Wasserstoff verbunden. Da sich der letztre in Contact mit schwefliger Säure gegenseitig mit dieser unter Abscheidung von Schwefel zersetzt, so können beide niemals zugleich auftreten. Sie finden sich aber nicht selten auf einem und demselben Fumarolen-Felde dicht neben einander. War das Schwefel-Wasserstoff-Gas in den eben genannten isländischen Solfataren so unverkennbar, so fehlte es dagegen gänzlich in dem Solfataren-Zustand, in welchem sich der Krater des Hekla kurz nach der Eruption vom Jahr 1845 befand: also in der ersten Phase der vulkanischen Nachwirkungen. Es ließ sich daselbst weder durch den Geruch noch durch Reagentien die geringste Spur von Schwefel-Wasserstoff nachweisen, während die reichliche Schwefel-Sublimation die Gegenwart der schwefligen Säure schon in weiter Entfernung durch den Geruch unzweifelhaft zu erkennen gab. Zwar zeigten sich über den Fumarolen bei Annäherung einer brennenden Cigarre jene dicken Rauch-

gewesen: daß von 407 aufgeführten Vulkanen noch in der neueren Zeit sich 225 als entzündet gezeigt haben. Die früheren Angaben der Zählung*) thätiger Vulkane sind bald um 30, bald um 50 geringer ausgefallen: schon darum, weil sie nach anderen Grundsätzen angefertigt wurden. Ich habe mich für diese Abtheilung auf diejenigen Vulkane beschränkt, welche noch Dämpfe ausstoßen oder historisch gewisse Eruptionen gehabt haben im 19ten oder in der letzten Hälfte des 18ten Jahrhunderts. Es giebt allerdings Unterbrechungen von Ausbrüchen, die über vier Jahrhunderte und mehr hinausgehen, aber solche Erscheinungen gehören zu den seltensten. Man kennt die langsame Folge der großen Ausbrüche des Vesuvs in den Jahren 79' 203' 512, 652, 983, 1138 und 1500. Vor der großen Eruption des Epomeo auf Ischia vom Jahr 1302 kennt man allein die aus den Jahren 36 und 45 vor unserer Zeitrechnung: also 55 Jahre vor dem Ausbruch des Vesuvs.

Strabo, der, 90 Jahre alt, unter Tiberius (99 Jahre nach der Besetzung des Vesuvs durch Spartacus) starb und auf den keine historische Kenntniß eines älteren Ausbruchs gekommen war, erklärt doch den Vesuv für einen alten, längst ausgebrannten Vulkan. „Ueber den Orten" (Herculanum und Pompeji), sagt er, „liegt der Berg Vesuvios, von den schönsten Feldgütern umwohnt, außer dem Gipfel. Dieser ist zwar großentheils eben, aber unfruchtbar insgesammt, der Ansicht nach aschenartig. Er zeigt spaltige Höhlen von rußfarbigem Gestein, wie wenn es vom Feuer zerfressen wäre: so daß man vermuthen darf, diese Stelle habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt; sei aber erloschen, als der Brennstoff verzehrt war." (Strabo lib. V. pag. 247 Casaub.) Diese Beschreibung der primitiven Gestaltung des Vesuvs deutet weder auf einen Aschenkegel noch auf eine kraterähnliche Vertiefung†) des alten Gipfels, welche

wolken, welche Melloni und Piria (Compt. rend. T. XI. 1840 p. 352 und Poggendorff's Annalen Ergänzungsband 1842 S. 511) als ein Kennzeichen der geringsten Spuren von Schwefel-Wasserstoff nachgewiesen haben. Da man sich aber leicht durch Versuche überzeugen kann, daß auch Schwefel für sich, wenn er mit Wasserdämpfen sublimirt wird, dasselbe Phänomen hervorbringt, so bleibt es zweifelhaft, ob auch nur eine Spur von Schwefel-Wasserstoff die Krater-Emanationen am Hekla 1845 und am Vesuv 1843 begleitet habe. (Vergl. die treffliche, in geologischer Hinsicht so wichtige Abhandlung von Robert Bunsen über die Prozesse der vulkanischen Gesteinsbildungen Islands in Poggend. Annalen Bd. 83. 1851 S. 241, 244, 246, 248, 250, 254 und 256: als Erweiterung und Berichtigung der Abhandlungen von 1847 in Wöhler's und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 62. S. 19.) Daß die Emanationen der Solfatare von Pozzuoli nicht Schwefel-Wasserstoff seien und daß sich nicht aus diesem durch Contact mit der Atmosphäre ein Schwefel absetze, wie Breislak in seiner Schrift (Essai minéralogique sur la soufrière de Pozzuoli 1792 p. 128—130) behauptet hatte; bemerkte schon Gay-Lussac, als zur Zeit des großen Lava-Ausbruchs im Jahr 1805 ich mit ihm die phlegräischen Felder besuchte. Sehr bestimmt läugnet auch der scharfsinnige Arcangelo Scacchi (Memorie geologiche sulla Campania 1849 p. 49—121) die Existenz des Schwefel-Wasserstoffs, weil ihm Piria's Prüfungsmittel nur die Anwesenheit des Wasserdampfes zu erweisen schienen: Son di avviso che lo solfo emane mescolato a i vapori acquei senza essere in chimica combinazione con altre sostanze. Eine wirkliche und von mir so lange erwartete Analyse der Gas-Arten, welche die Solfatare von Pozzuoli ausstößt, ist erst ganz neuerlich von Charles Sainte-Claire Deville und Leblanc geliefert worden, und hat die Abwesenheit des Schwefel-Wasserstoffs vollkommen bestätigt (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 746). Dagegen bemerkte Sartorius von Waltershausen (physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 120) an Eruptions-Kegeln des Aetna 1811 den starken Geruch von Schwefel-Wasserstoff, wo man in andern Jahren nur schweflige Säure verspürte. Ch. Deville hat auch nicht bei Girgenti und in den Macalube, sondern an dem östlichen Abhange des Aetna, in der Quelle von Santa Venerina, einen kleinen Antheil von Schwefel-Wasserstoff gefunden. Auffallend ist es, daß in der wichtigen Reihe chemischer Analysen, welche Boussingault an Gas aushauchenden Vulkanen der Anden (von Puracé und Tolima bis zu den Höchöfen von los Pastos und Quito) gemacht hat, sowohl Solfatare als hydrogène sulfureux fehlen.

*) Die älteren Arbeiten geben für noch entzündete Vulkane folgende Zahlen: bei Werner 193, bei Cäsar von Leonhard 187, bei Arago 175 (Astronomie populaire T. III. p. 170): Variationen in Vergleich zu meinem Resultate alle in minus oscillirend in der unteren Grenze in Unterschieden von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$, meist Verschiedenheit in der Grundsätze in der Bezeichnung der noch bestehenden Entzündung und Mangelhaftigkeit der eingesammelten Materials gleichmäßig einwirken. Da, wie schon oben bemerkt ist und historische Erfahrung lehren, nach sehr langen Perioden fur ausgebrannt gehaltene Vulkane wieder thätig werden; so ist das Resultat, welches ich aufstelle, eher für zu niedrig als für zu hoch zu erachten. Leopold von Buch in den Abhange zu seiner meisterhaften Beschreibung der canarischen Inseln, und Landgrebe in seiner Geognosie der Vulkane haben kein allgemeines Zahlen-Resultat zu geben gewagt.

†) Diese Beschreibung ist also ganz im Gegensatz der oft wiederholten Abbildung des Vesuvs nach Stolz in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXXVII. S. 190 Tafel I. Erst ein sehr später Schriftsteller, Dio Cassius, unter Septimius Severus, spricht nicht (wie oft behauptet worden ist) von Entstehung mehrerer Gipfel, sondern bemüht sich zu erweisen, wie in dem Lauf der Zeiten die Gipfelform sich umgebildet hat. Er erinnert daran (also ganz zur Bestätigung des Strabo), daß der Berg ehemals einen überall ebenen

umwallt, dem Spartacus*) und ſeinen Gladiatoren zur Schutzwehr dienen konnte. Auch Diodor von Sicilien (lib. IV. cap. 21,5), der unter Cäſar und Auguſtus lebte, bezeichnet bei den Zügen des Hercules und deſſen Kampfe mit den Giganten in den phlegräiſchen Feldern „den jetzt ſo genannten Veſuvius als einen λόφος, welcher, dem Aetna in Sicilien vergleichbar, einſt viel Feuer ausſtieß und (noch) Spuren der alten Entzündung aufweiſt.“ Er nennt den ganzen Raum zwiſchen Cumä und Neapolis die phlegräiſchen Felder, wie Polybius (lib. II. cap. 17) den noch größeren Raum zwiſchen Capua und Nola: während Strabo (lib. V. pag. 246) die Gegend bei Puteoli (Dicäarchia), wo die große Solfatare liegt, mit ſo vieler localer Wahrheit beſchreibt und Ἡφαίστου ἀγορά nennt. In ſpäterer Zeit iſt gemeinhin auf dieſe Gegend der Name τὰ φλεγραῖα πεδία beſchränkt, wie noch jetzt die Geognoſten die mineralogiſche Zuſammenſetzung der Laven der phlegräiſchen Felder der aus der Umgegend des Veſus entgegenſtellen. Dieſelbe Meinung, daß es in alten Zeiten unter dem Veſuv gebrannt und daß dieſer Berg alte Ausbrüche gehabt habe, finden wir in dem Lehrbuch der Architectur des Vitruvius (lib II. cap. 6) auf das beſtimmteſte ausgedrückt in einer Stelle, die bisher nicht genug beachtet worden iſt: Non minus etiam memoratur, antiquitus crevisse ardores et abundavisse sub Vesuvio monte, et inde evomuisse circa agros flammam. Ideoque nunc qui spongia sive *pumex Pompejanus* vocatur, excoctus ex alio genere lapidis, in hanc redactus esse videtur generis qualitatem. Id autem genus spongiae, quod inde eximitur, non in omnibus locis nascitur, nisi circum Aetnam et collibus Mysiae, qui a Graecis καταχεχαυμένοι nominantur. Da nach den Forſchungen von Böckh und Hirt kein Zweifel mehr darüber herrſchen kann, daß Vitruv unter Auguſt gelebt hat†), alſo ein volles Jahrhundert vor der Eruption des Veſuvs, bei welcher der ältere Plinius den Tod fand; ſo bietet die angeführte Stelle und der Ausdruck pumex Pompejanus (die Verbindung von Bimsſtein und Pompeji) noch ein beſondres geognoſtiſches Intereſſe in Hinſicht auf die Streitfrage dar: ob nach der ſcharfſinnigen Vermuthung Leopolds von Buch‡) Pompeji nur bedeckt worden ſei durch die bei der erſten Bildung der Somma gehobenen, bimsſteinhaltigen Tuffſchichten, welche, von ſubmariner Bildung, die ganze Fläche zwiſchen dem apenniniſchen

---

Gipfel hatte. Seine Worte (lib. LXVI cap. 21, ed. Sturz Vol. IV. 1824 p. 240) lauten alſo: „Denn der Veſuv iſt am Meere bei Neapel gelegen und hat reichliche Feuerquellen. Der ganze Berg war ehemals gleich hoch, und aus ſeiner Mitte erhob ſich das Feuer: denn an dieſer Stelle iſt er allein in Brand. Das ganze Aeußere deſſelben iſt aber noch bis auf unſere Zeiten feuerlos. Da nun das Aeußere ſtets ohne Brand iſt, das Mittlere aber ausgetrocknet (erdigt) und in Aſche verwandelt wird, ſo haben die Spitzen umher bis jetzt die alte Höhe. Der ganze feurige Theil aber, durch die Länge der Zeit aufgezehrt, iſt durch Senkung hohl geworden, ſo daß der ganze Berg (um Kleines mit Großem zu vergleichen) einem Amphitheater ähnlich iſt.“ (Vergl. Sturz Vol VI. Annot. II. p. 568.) Dies iſt eine deutliche Beſchreibung derjenigen Bergmaſſen, die ſeit dem Jahre 79 Kraterränder geworden ſind. Die Deutung auf das Atrio del Cavallo ſcheint mir unrichtig. — Nach der großen, vortrefflichen, bypſometriſchen Arbeit des ſo thätigen und ausgezeichneten Olmützer Aſtronomen Julius Schmidt vom Jahr 1855 hat die Punta Nasone der Somma 590 Toiſen, das Atrio del Cavallo am Fuß der Punta Nasone 417′, Punta oder Rocca del Palo (der höchſte nördliche Kraterrand des Veſuvs) 624′. Meine barometriſchen Meſſungen von 1822 gaben (Anſichten der Natur Bd. II. S. 290—292) für dieſelben drei Punkte die Höhen 586, 403 und 629′ (Unterſchiede von 24, 84 und 39 F.). Der Boden des Atrio del Cavallo hat nach Julius Schmidt (Eruption des Veſuvs im Mai 1855 S. 95) ſeit dem Ausbruche im Februar 1850 große Niveau-Veränderungen erlitten.

*) Vellejus Paterculus, der unter Tiberius ſtarb, nennt (II, 30) allerdings den Veſuv als den Berg, welchen Spartacus mit ſeinen Gladiatoren beſetzte: während bei Plutarch in der Biographie des Craſſus cap. 11 bloß von einer felſigen Gegend die Rede iſt, die einen einzigen ſchmalen Zugang hatte. Der Sklavenkrieg des Spartacus war im Jahr 681 der Stadt Rom, alſo 152 Jahre vor dem Plinianiſchen Ausbruch des Veſuvs (24. Auguſt 79 n. Chr.). Daß Florus, ein Schriftſteller, der unter Trajan lebte und alſo, den eben bezeichneten Ausbruch kennend, wußte, was der Berg in ſeinem Inneren verbirgt, denſelben cavus nennt; kann, wie ſchon von Anderen bemerkt worden iſt, für die frühere Geſtaltung nichts erweiſen. (Florus lib. I. cap. 16: Vesuvius mons, Aetnaei ignis imitator; lib. III. cap. 20: fauces cavi montis.)

†) Vitruvius hat auf jeden Fall früher als der ältere Plinius geſchrieben: nicht bloß weil er in dem, von dem engliſchen Ueberſetzer Newton mit Unrecht angegriffenen, Plinianiſchen Quellen-Regiſter dreimal (lib. XVI, XXXV und XXXVI) citirt iſt; ſondern weil eine Stelle im Buch XXXV cap. 14 § 170—172, wie Sillig (Vol. V. 1851 p. 277) und Brunn (Diss. de auctorum indicibus Plinianis, Bonnae 1856, p. 55—60) beſtimmt erwieſen haben, aus unſerem Vitruvius von Plinius ſelbſt excerpirt worden iſt. Vergl. auch Sillig's Ausgabe des Plinius Vol. V. p. 272. Hirt in ſeiner Schrift über das Pantheon ſetzt die Abfaſſung der Architectur des Vitruvius zwiſchen die Jahre 16 und 14 vor unſerer Zeitrechnung.

‡) Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 175—180.

Gebirge und der westlichen Küste von Capua bis Sorrent, von Nola bis über Neapel hinaus, in söhligen Schichten bedecken; oder ob der Vesuv, ganz gegen seine jetzige Gewohnheit, aus seinem Inneren den Bimsstein selbst ausgestoßen habe?

Carmine Lippi*) sowohl, der (1816) die Tuff-Bedeckung von Pompeji einer Wasserbedeckung zuschreibt; als sein scharfsinniger Gegner, Archangelo Scacchi †), in dem Briefe, welcher an den Cavaliere Francesco Avellino (1843) gerichtet ist: haben auf die merkwürdige Erscheinung aufmerksam gemacht, daß ein Theil der Bimssteine von Pompeji und der Somma kleine Kalkstücke einschließen, die ihre Kohlensäure nicht verloren haben: was, wenn dieselben einem großen Drucke in feuriger Bildung ausgesetzt gewesen sind, nicht viel Wunder erregen kann. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, Proben dieser Bimssteine in den interessanten geognostischen Sammlungen meines gelehrten Freundes und akademischen Collegen, des Dr. Ewald, zu sehen. Die Gleichheit der mineralogischen Beschaffenheit an zwei entgegengesetzten Punkten mußte die Frage veranlassen: ob, was Pompeji bedeckt, wie Leopold von Buch will, bei dem Ausbruch des Jahrs 79 von den Abhängen der Somma herabgestürzt ist; oder ob der neu geöffnete Krater des Vesuvs, wie Scacchi behauptet, Bimsstein gleichzeitig nach Pompeji und an die Somma geworfen habe? Was zu den Zeiten des Vitruvius, unter Augustus, als pumex Pumpejanus bekannt war, leitet auf Vor-Plinianische Ausbrüche; und nach den Erfahrungen, welche wir über die Veränderlichkeit der Bildungen in verschiedenem Alter und bei verschiedenen Zuständen vulkanischer Thätigkeit haben, ist man wohl eben so wenig berechtigt absolut zu läugnen, der Vesuv habe von seiner Entstehung an nie Bimsstein hervorbringen können: als absolut anzunehmen, Bimsstein, d. h. der faserige oder poröse Zustand eines pyrogenen Minerals, könne sich nur bilden, wo Obsidian oder Trachyt mit glasigem Feldspath (Sanidin) vorhanden sei.

Wenn auch nach den angeführten Beispielen von der Länge der Perioden, in denen die Wiederbelebung eines schlummernden Vulkans erfolgen kann, viel Ungewißheit übrig bleibt; so ist es doch von großer Wichtigkeit, die geographische Vertheilung der entzündeten Vulkane für ein bestimmte Zeit zu constatiren. Von den 225 Schlünden, durch welche in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das geschmolzene Innere der Erde mit dem Luftkreise in vulkanischem Verkehr steht, liegen 70, also ein Drittel, auf den Continenten; und 155 oder zwei Drittel, auf der Inselwelt. Von den 70 Continental-Vulkanen gehören 53 oder $\frac{3}{4}$ zu Amerika, 15 zu Asien, 1 zu Europa und 1 oder 2 zu der uns bisher bekannt gewordenen Feste von Afrika. In den süd-asiatischen Inseln (Sunda-Inseln und Molukken) wie in den Aleuten und Kurilen, welche zu den ost-asiatischen Inseln gehören, liegt auf dem engsten Raume die größte Menge der Insel-Vulkane. In den Aleuten sind vielleicht mehr, in neuen historischen Zeiten thätige Vulkane enthalten als in dem ganzen Continent von Südamerika. Auf dem gesammten Erdkörper ist der Streifen, welcher sich zwischen 75° westlicher und 125° östlicher Länge von Paris wie von 47° südlicher bis 66° nördlicher Breite von Südost nach Nordwest in dem mehr westlichen Theile der Südsee hinzieht, der vulkanreichste.

Will man den großen Meeresgolf, welchen wir die Südsee zu nennen pflegen, sich kosmisch von dem Parallel der Berings-Straße und dem von Neu-Seeland, der zugleich auch der Parallel von Süd-Chilli und Nord-Patagonien ist, begrenzt vorstellen; so finden wir — und dieses Resultat ist sehr merkwürdig — im Inneren des Beckens und um dasselbe her (in seiner continentalen asiatischen und amerikanischen Begrenzung) von den 225 entzündeten Vulkanen der ganzen Erde 198 oder nahe an $\frac{7}{8}$. Die den Polen nächsten Vulkane sind nach unserer jetzigen geographischen Kenntniß: in der nördlichen Hemisphäre der Vulkan Esk auf der kleinen Insel Jan Mayen, lat. 71° 1′ und long. 9° 51′ westl. von

*) Carmine Lippi: Fu il fuoco o l'acqua che sotterrò Pompei ed Ercolano? (1816) p. 10.

†) Scacchi, Osservazioni critiche sulla maniera come fu seppellita l'Antica Pompei 1843 p. 8—13.

Paris; in der südlichen Hemisphäre der, röthliche, selbst bei Tage sichtbare Flammen ausstoßende Mount Erebus, welchen im Jahr 1841 Sir James Roß *) auf seiner großen südlichen Entdeckungsreise 11633 Pariser Fuß hoch fand: ohngefähr 225 F. höher als der Pic von Teneriffa; in lat. 77° 33′ und long. 164° 38′ östlich von Paris.

Die große Frequenz der Vulkane auf den Inseln und in dem Littoral der Continente hat früh die Geognosten auf die Untersuchung der Ursachen dieser Erscheinung leiten müssen. Ich habe schon an einem anderen Orte (Kosmos 1. B. S. 125) der verwickelten Theorie des Trogus Pompejus unter August gedacht, nach welcher das Meer das vulkanische Feuer anschürt. Chemische und mechanische Ursachen von der Wirksamkeit der Meeresnähe sind angeführt worden bis zu den neuesten Zeiten. Die alte Hypothese von dem Eindringen des Meerwassers in den vulkanischen Heerd schien in der Epoche der Entdeckung der Erdmetalle durch Davy eine festere Begründung zu erhalten; aber der große Entdecker gab die Hypothese, zu welcher selbst Gay-Lussac, trotz der Seltenheit oder des gänzlichen Mangels des Hydrogen-Gases, sich hinneigte †), bald selbst auf. Mechanische oder vielmehr dynamische Ursachen: seien sie gesucht in der Faltung der oberen Erdrinde und der Erhebung der Continente, oder in der local minderen Dicke des starren Theils der Erdkruste; möchten meiner Ansicht nach mehr Wahrscheinlichkeit gewähren. Man kann sich vorstellen, daß an den Rändern der aufsteigenden Continente, welche jetzt die über der Meeresfläche sichtbaren Littorale mit mehr oder minder schroffen Abhängen bilden, durch die gleichzeitig veranlaßten Senkungen des nahen Meeresgrundes Spalten verursacht worden sind, durch welche die Communication mit dem geschmolzenen Innern befördert wird. Auf dem Rücken der Erhebungen, fern von jenen Senkungs-Arealen des oceanischen Beckens, ist nicht dieselbe Veranlassung zum Entstehen solcher Zertrümmerung gewesen. Vulkane folgen dem jetzigen Meeresufer in einfachen, bisweilen doppelten, wohl auch dreifachen, parallelen Reihen. Kurze Queerjöcher verbinden sie, auf Queerspalten gehoben und Bergknoten bildend. Häufig (keineswegs immer) ist die dem Ufer nähere Reihe die thätigste: während die fernere, mehr innere, erloschen oder dem Erlöschen nahe erscheint. Bisweilen wähnt man nach bestimmter Richtung in einer und derselben Reihe von Vulkanen eine Zu- oder Abnahme der Eruptions-Häufigkeit zu erkennen, aber die Phänomene der nach langen Perioden wieder erwachenden Thätigkeit machen dies Erkennen unsicher.

Da aus Mangel oder Unbeachtung sicherer Ortsbestimmungen sowohl der Vulkane als der ihnen nächsten Küstenpunkte viele ungenaue Angaben den Meeresferne vulkanischer Thätigkeit verbreitet sind, so gebe ich hier folgende Zahlen von geographischen Meilen (jeder zu 3807 Toisen, also 15=1°) an: In den Cordilleren von Quito liegt der ununterbrochen speiende Sangay am östlichsten; seine Meeresnähe ist aber doch noch 28 M. Sehr gebildete Mönche aus den Missionen der Indios Andaquies am Alto Putumayo haben mir versichert, daß sie am Oberen Rio de la Fragua, einem Zufluß des Caqueta, östlich von der Ceja, einen nicht sehr hohen Kegelberg haben rauchen sehen; ‡) der Küsten-Abstand würde 40 Meilen betragen. Der mexicanische, im Sept. 1759 aufgestiegene Vulkan von Jorullo hat 21 M. nächsten Küsten-Abstandes (Kosmos 4. B. S. 799—803), der Vulkan Popocatepetl 33 M.; ein ausgebrannter Vulkan in der östlichen Cordillere von Bolivia, bei S. Pedro de Cacha, im Thal von Yucay (Kosmos 4. B. S. 789), über 45 M.; die Vulkane des Siebengebirges bei Bonn und der Ei-

*) Sir James Roß, Voyage to the Antarctic Regions Vol. I. p. 217, 220 und 364.

†) Gay Lussac, Réflexions sur les Volcans, in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 427; Kosmos 4. Buch S. 724 Arago, Oeuvres complètes T. III. p. 47.

‡) Auf Tumana reducirt, liegt der Volcan de la Fragua ohngefähr lat. bor. 1° 48′, long. 77° 50′ Vergl. in dem großen Atlas meiner Reise die Carte hypsométrique des noeuds de montagnes dans les Cordillères 1831 Pl. 5 wie auch Pl. 22 und 24. Dieser so östlich und isolirt liegende Berg verdient von einem Geognosten, der astronomische Ortsbestimmungen zu machen fähig ist, aufgesucht zu werden.

fel (Kosmos 4. B. S. 757—760) 33 bis 38 M.; die der Auvergne, des Velay und Vivarais*) nach Abtheilung in 3 abgesonderte Gruppen (Gruppe des Puy de Dôme b Clermont mit den Monts-Dore, Gruppe des Cantal, Gruppe von le Puy und Mezenc) 37, 29 und 21 Meilen. Die ausgebrannten Vulkane von Olot, südlich von den Pyrenäen, westlich von Gerona, mit ihren deutlichen, bisweilen getheilten Lavaströmen, liegen nur 7 M. von den catalonischen Küsten des Mittelmeeres entfernt: dagegen die unbezweifelten und allem Anscheine nach sehr frisch ausgebrannten Vulkane in der langen Kette der Rocky Mountains im nordwestlichen Amerika 150 bis 170 M. Entfernung von dem Littoral der Südsee zählen.

Ein sehr abnormes Phänomen in der geographischen Vertheilung der Vulkane ist die Existenz in historischer Zeit thätiger, vielleicht noch theilweise brennender Vulkane in der Gebirgskette des Thian-schan (des Himmelsgebirges), zwischen den zwei Parallelketten des Altai und des Kuen-lün: deren Existenz Abel-Rémusat und Klaproth zuerst bekannt gemacht und welche ich in meinem Werke über Inner-Asien, auf die scharfsinnigen und mühevollen sinologischen Forschungen von Stanislas Julien gestützt, vollständiger habe behandeln können. †) Der Abstand des Vulkans Pe-schan (Montblanc) mit seinen

*) In den drei Gruppen, welche nach alter geographischer Nomenclatur zur Auvergne, zum Vivarais und zum Velay gehören, sind in den Angaben des Textes immer die Abstände des nördlichsten Theiles jeglicher Gruppe vom mittelländischen Meere (zwischen dem Golfe d'Aigues mortes und Cette) genommen. In der ersten Gruppe, der des Puy de Dôme, wird als der nördlichste Punkt angegeben (Rozet in den Mém. de la Soc. géol. de France T. I. 1844 p. 119) ein im Granit bei Manzat ausgebrochener Krater, le Gour de Tazenat. Noch südlicher als die Gruppe des Cantal und also dem Littoral am nächsten, in einer Meer-Entfernung von kaum 18 geogr. Meilen, liegt der kleine vulkanische Bezirk von la Guiolle bei den Monts d'Aubrac, nordwestlich von Chirac. Vergl. die Carte géologique de France 1841.

†) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 7—61, 216 und 335—364; Kosmos 4. Buch S. 745. Den Alpensee Issikul am nördlichen Abhange des Thianschan, zu dem erst vor kurzem russische Reisende gelangt sind, habe ich schon auf der berühmten catalanischen Karte von 1374 aufgefunden, welche unter den Manuscripten der Pariser Bibliothek als ein Kleinod bewahrt wird. Strahlenberg in seinem Werke, betitelt der nördliche und östliche Theil von Europa und Asien (Stockholm 1730 S. 327), hat das Verdienst den Thianschan als eine eigene unabhängige Kette zuerst abgebildet zu haben, ohne die vulkanische Thätigkeit in derselben zu kennen. Er giebt ihm den sehr unbestimmten Namen Mousart: der, weil der Bolor mit dem allgemeinen, nichts individualisirenden, nur Schnee andeutenden Namen Mustag belegt wurde, noch ein Jahrhundert lang zu einer irrigen Darstellung und albernen, sprachwidrigen Nomenclatur der Gebirgsreihen nördlich vom Himalaya Anlaß gegeben hat, Meridian- und Parallel-Ketten mit einander verwechselnd. Mousart ist eine Verstümmelung des tatarischen Wortes Muztag: gleichbedeutend mit unserer Bezeichnung Schneekette, Sierra Nevada der Spanier; Himalaya in den Gesetzen des Manu: Wohnsitz (Álaya) des Schnees (hima); der Siue-schan der Chinesen. Schon 1100 Jahre vor Strahlenberg, unter der Dynastie der Sui, zu des Frankenkönigs Dagobert's Zeiten, besaßen die Chinesen, auf Befehl der Regierung construirt, Karten der Länder vom Gelben Flusse bis zum caspischen Meere, auf welchen der Kuen-lün und der Thian-schan abgebildet waren. Diese beiden Ketten, besonders die erstere, sind es ohnstreitig gewesen, die, wie ich an einem anderen Orte glaube erwiesen zu haben (Asie centr. T. I. p 118—129, 194—203 und T. II. p. 413—425), als der Heerzug des Macedoniers die Hellenen in nähere Bekanntschaft mit dem Innern von Asien setzte, die Kenntniß von einem Bergzuge unter ihren Geographen verbreiteten, welcher, der ganze Continent in zwei Hälften theilend, sich von Kleinasien bis an das östliche Meer, von Indien und Serichien (Thinä, erstreckte (Strabo lib. I. p. 68, lib. XI p. 490). Dicäarchus und nach ihm Eratosthenes belegen diese Kette mit dem Namen des verlängerten Taurus. Die Himalaya-Kette wird mit unter diese Benennung begriffen. „Was Indien gegen Norden begrenzt," sagt ausdrücklich Strabo (lib. XV. p. 693), „von Ariane bis zum östlichen Meere, sind die äußeren Theile des Taurus, welche die Eingeborenen einen Paropamisos, Emodon, Imaon und noch andere nennen; der Macedonier aber Caucasus." Früher, in der Beschreibung von Bactriana und Segdiana (lib. XI. p. 519), heißt es: „des Taurus letzter Theil, welcher Imaon genannt wird, berührt das indische (östliche) Meer." Auf eine einig geglaubte, west-östliche, d. h. Parallelkette, bezogen sich die Namen diesseit und jenseits des Taurus. Diese kannte Strabo, indem er sagt: „die Hellenen nennen die gegen Norden neigende Hälfte des Welttheils Asia diesseits des Taurus, die gegen Süden jenseits" (lib. II. p. 129). In den späteren Zeiten des Ptolomäus aber, wo der Handel überhaupt und insbesondere der Seidenhandel Lebhaftigkeit gewann, wurde die Benennung Imaus auf eine Meridiankette, auf den Bolor, übertragen: wie viele Stellen des 6ten Buches bezeugen (Asie centrale T. I. p. 146—162). Die Linie, in welcher den Aequator parallel das Taurus-Gebirge nach hellenischen Ansichten den ganzen Welttheil durchschneidet, wurde zuerst von Dicäarchus, dem Schüler des Stagiriten, ein Diaphragma (eine Scheidewand) genannt, weil durch senkrechte Linien, auf dasselbe gerichtet, die geographische Breite anderer Punkte gemessen werden konnte. Das Diaphragma war der Parallel von Rhodos, verlängert gegen Westen bis zu den Säulen des Herakles, gegen Osten bis zum Littoral von Thinä (Agathemeros in Hudson's Geogr. gr. min. Vol. II. p. 4). Der Theiler des Dicäarchus, gleich interessant in geognostischer als in orographischer Hinsicht, ging in das Werk des Eratosthenes über: wo er desselben in dem Buche seiner Erdbeschreibung, zur Erläuterung seiner Tafel der bewohnten Welt, erwähnt. Strabo legt solche Wichtigkeit auf diese Richtungs- und Scheidelinie des Eratosthenes, daß er (lib. I. p. 65) „auf ihrer östlichen Verlängerung, welche bei Thinä durch das atlantische Meer gezogen wird, die Lage einer anderen bewohnten Welt, wohl auch mehrerer Welten," für möglich hält: doch ohne eigentlich solche zu nen-

Lavaſtrömen und des noch brennenden Feuerberges (Hotſcheu) von Turfan iſt vom Littoral des Eismeeres und des indiſchen Meeres, faſt gleich groß, etwa 370 und 380 Meilen. Dagegen iſt die Entfernung, in welcher der Pe-ſchan, deſſen Lava-Ausbrüche vom Jahr 89 unſerer Zeitrechnung bis zum Anfang des 7ten Jahrhunderts in chineſiſchen Werken einzeln aufgezeichnet ſind, ſich von dem großen Alpenſee Iſſikul am Abfall des Temurtutagh (eines weſtlichen Theils des Thian-ſchan) befindet, nur 43 Meilen; von dem nördlicher gelegenen, 37 Meilen langen See Balkaſch beträgt ſie 52 Meilen.*) Der große Dſaiſang-See, in deſſen Nähe ich ſelbſt, in der chineſiſchen Dſungarei, mich 1829 befand, iſt 90 Meilen von den Vulkanen des Thian-ſchan entfernt. Binnenwaſſer fehlen alſo nicht: aber freilich doch nicht in ſolcher Nähe, als dem jetzt noch thätigen Vulkane, dem Demavend im perſiſchen Mazenderan, das caſpiſche Meer iſt.

Wenn aber Waſſerbecken, oceaniſche oder Binnenwaſſer, auch gar nicht zur Unterhaltung der vulkaniſchen Thätigkeit erforderlich ſind; wenn Inſeln und Küſten, wie ich zu glauben geneigt bin, nur reicher an Vulkanen ſind, weil das Emporſteigen der letzteren, durch innere elaſtiſche Kräfte bewirkt, von einer nahen Depreſſion im Meeresbecken †) begleitet iſt, ſo daß ein Erhebungs-Gebiet an ein Senkungs-Gebiet grenzt und an dieſer Grenze mächtige, tief eindringende Spaltungen und Klüfte veranlaßt werden: ſo darf man vermuthen, daß in der inner-aſiatiſchen Zone zwiſchen den Parallelen von 41° und 48° die große aralo-caſpiſche Depreſſions-Mulde, wie die bedeutende Zahl gereihter und ungereihter Seen zwiſchen dem Thian-ſchan und dem Altai-Kurtſchum zu Küſten-Phänomenen hat Anlaß geben können. Man weiß aus Tradition, daß viele perlartig an einander gereihte kleine Becken (lacs à chapelet) einſtmals ein einziges großes Becken bildeten. Größere Seen ſieht man noch durch Mißverhältniß zwiſchen dem Niederſchlag und der Verdunſtung ſich theilen. Ein der Kirghiſen-Steppe ſehr kundiger Beobachter, General Genz in Orenburg, vermuthete, daß eine hydrauliſche Verbindung zwiſchen dem Aral-See, dem Akſakal, dem Sary-Kupa und Tſchagli vormals exiſtirte. Man erkennt eine große Furche, von Südweſt nach Nordoſt gerichtet, die man verfolgen kann über Omſk zwiſchen dem Irtyſch und Obi durch die ſeereiche Barabinſkiſche Steppe gegen die Moor-Ebenen der Samojeden gegen Berefow und das Littoral des Eismeeres. Mit dieſer Furche hängt vielleicht zuſammen die alte, weit verbreitete Sage von einem Bitteren Meere (auch getrocknetes Meer, Hanhai, genannt): das ſich öſtlich und ſüdlich von Hami erſtreckte und in welchem ſich ein Theil des Gobi, deſſen ſalz- und ſchilfreiche Mitte der Dr. von Bunge durch genaue Barometer-Meſſung nur 2400 Fuß über der Oberfläche des Oceans erhoben fand, inſelförmig emporhob.‡) Seehunde, ganz denen

---

zeien. Das Wort atlantiſches Meer kann auffallend ſcheinen, ſtatt öſtliches Meer, wie gewöhnlich die Südſee (das Stille Meer) genannt wird; aber da unſer indiſches Meer ſüdlich von Bengalen bei Strabo die atlantiſche Südſee heißt, ſo werden im Südoſten von Indien beide Meere als zuſammenfließend gedacht, und mehrmals verwechſelt. So heißt es lib. II. pag. 130, „Indien, das größte und geſegnetſte Land, welches am öſtlichen Meere und an der atlantiſchen Südſee endet;" und lib. XV. p. 689: „Die ſüdliche und öſtliche Seite Indiens, welche viel größer als die andere Seite ſind, laufen ins atlantiſche Meer vor" in welcher Stelle, wie in der oben angeführten von Thinä (lib. I. p. 65) der Ausdruck öſtliches Meer ſogar vermieden iſt. Ununterbrochen ſeit dem Jahre 1792 mit dem Streichen und Fallen der Gebirgsſchichten und ihrer Beziehung auf die Richtung (Orientirung) der Gebirgszüge beſchäftigt, habe ich geglaubt darauf aufmerkſam machen zu müſſen, daß im Mittel der Aequatorial-Abſtand des Kuen-lün, in ſeiner ganzen Erſtreckung wie in ſeiner weſtlichen Verlängerung durch den Hindu-Kho, auf das Becken des Mittelmeers und die Straße von Gibraltar hinweiſt (Asie centr. T. I. p. 118—127 und T. II. p. 115—118); und daß die Senkung des Meeresbodens in einem großen, vorzüglich am nördlichen Rande vulkaniſchen Becken wohl mit jener Erhebung und Faltung zuſammenhangen könne. Mein theurer, vieljähriger und aller geologiſchen Richtungs-Verhältniſſe ſo tief kundiger Freund, Elie de Beaumont, iſt aus Gründen des Loxodromismus dieſen Anſichten entgegen (notice sur les Systèmes de Montagnes 1852 T. II. p. 667).

*) Kosmos 4. Buch S. 823.

†) Vergl. Arago sur la cause de la dépression d'une grande partie de l'Asie et sur le phénomène que les pentes les plus rapides des chaines de montagnes sont (généralement) tournées vers la mer la plus voisine, in ſeiner Astronomie populaire T. III. p. 1266—1274.

‡) Klaproth, Asia polyglotta p. 232 und Memoires relatifs à l'Asie (nach der auf Befehl des Kaiſers Kanghi 1711 publicirten chineſiſchen Encyclopädie) T. II. p. 342; Humboldt, Asie centrale T. II. p. 125 und 135—143.

ähnlich, welche in Schaaren das caſpiſche Meer und den Baikal bewohnen, finden ſich (und dieſe geologiſche Thatſache iſt bisher nicht genug beachtet worden) über 100 geogr. Meilen öſtlich vom Baikal in dem kleinen Süßwaſſer-See Oron von wenigen Meilen Umfang. Der See hängt zuſammen mit dem Witim, einem Zufluß der Lena, in der keine Seehunde leben.*) Die jetzige Iſolirtheit dieſer Thiere, ihre Entfernung von dem Ausfluß der Wolga (volle 900 geogr. Meilen) iſt eine merkwürdige, auf einen alten und großen Waſſer-Zuſammenhang hindeutende, geologiſche Erſcheinung. Sollten die vielfältigen Senkungen, denen in großer Erſtreckung dieſer mittlere Theil von Aſien ausgeſetzt geweſen iſt, auf die Convexität der Continal-Anſchwellung ausnahmsweiſe ähnliche Verhältniſſe, als an den Littoralen, an den Rändern der Erhebungs-Spalte hervorgerufen haben?

Weithin in Oſten, in der nordweſtlichen Mantſchurei, in der Umgegend von Mergen (wahrſcheinlich in lat. 48°½ und long. 120° öſtlich von Paris), hat man aus ſicheren, an den Kaiſer Kanghi abgeſtatteten Berichten Kenntniß von einem ausgebrannten Vulkane erhalten. Der, Schlacken und Lava umgebende Ausbruch des Berges Bo-ſchan oder Ujun-Holdongi (die neun Hügel), etwa 3 bis 4 Meilen in ſüdweſtlicher Richtung von Mergen, fand ſtatt im Januar 1721. Die aufgeworfenen Schlackenhügel hatten nach Ausſage der vom Kaiſer Kanghi zur Erforſchung ausgeſandten Perſonen ſechs geogr. Meilen im Umfange; es wurde auch gemeldet, daß ein Lavaſtrom, die Waſſer des Fluſſes Urelin ſtauend, einen See gebildet habe. Im 7ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung ſoll, nach weniger umſtändlichen chineſiſchen Berichten, der Bo-ſchan einen früheren feurigen Ausbruch gehabt haben. Die Entfernung vom Meer iſt ohngefähr 105 geographiſche Meilen: alſo mehr denn dreimal größer als die Meeresnähe des Vulkans von Jorullo; ähnlich der des Himalaya.†) Wir verdanken dieſe merkwürdigen geognoſtiſchen Nachrichten aus der Mantſchurei dem Fleiße des Herrn W. P. Waßiljew (geograph. Bote 1855 Heft 5 S. 31) und einem Aufſatze des Herrn Semenow (des gelehrten Ueberſetzers von Carl Ritter's großer Erdkunde) im 17ten Bande der Schriften der kaiſerlich ruſſiſchen geographiſchen Geſellſchaft.

Bei den Unterſuchungen über die geographiſche Vertheilung der Vulkane und ihre grö-

---

*) Pallas, Zoographia Rosso-Asiatica 1811 p. 115.

†) Statt der meernäheren Himalaya-Kette (einige Theile derſelben zwiſchen den Coloſſen Kundſchindjinga und Schamalari nähern ſich dem Littoral des bengaliſchen Meerbuſens bis auf 107 und 94 geogr. Meilen) iſt die vulkaniſche Thätigkeit erſt in der dritten, inneren Parallelkette, dem Thian-ſchan, von dem eben genannten Littoral in faſt viermal größerer Entfernung ausgebrochen unter ſehr ſpeciellen Verhältniſſen, Schichten verwerfenden und Klüfte erregenden nahen Bodenſenkungen. Aus dem, von mir angeregten und freundſchaftlich von Herrn Stanislas Julien fortgeſetzten Studium geographiſcher Werke der Chineſen wiſſen wir, daß auch der Kuen-lün, das nördliche Grenzgebirge von Tibet, der Tſiſchi-ſchan der Mongolen, in dem Hügel Schin-khieu eine ununterbrochen Flammen ausſtoßende Höhle beſitzt (Asie centr. T. II. p. 427—467 und 483). Das Phänomen ſcheint ganz analog zu ſein der mehrere tauſend Jahre ſchon brennenden Chimära in Lycien (Kosmos 4. Buch S. 770); es iſt kein Vulkan, ſondern ein weithin Wohlgeruch verbreitender (naphtha-haltiger?) Feuerbrunnen. Der Kuen-lün, welchen, ganz wie ich in der Asie centrale (T. I. p. 127 und T. II. p. 431) Dr. Thomas Thomſon, der gelehrte Botaniker des weſtlichen Tibets (Flora Indica 1855 p. 253), für eine Fortſetzung des Hindu-Kho erklärt, an welchen von Südoſt der ſich die Himalaya-Kette anſchart; nähert ſich dieſer Kette an ihrer weſtlichen Extremität dermaßen, daß mein vortrefflicher Freund, Adolph Schlagintweit, „den Kuenlün und Himalaya dort an der Weſtſeite des Indus nicht als getrennte Ketten, ſondern als Eine Bergmaſſe bezeichnen will“ (Report No. IX. of the Magnetic Survey in India by Ad. Schlagintweit 1856 p. 61). Aber in der ganzen Erſtreckung von Oſten bis 90° öſtl. Länge, gegen den Sternen-See hin, bildet der Kuenlün, wie ſchon im 7ten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, unter der Dynaſtie der Sui entworfene, umſtändliche Beſchreibungen lehren (Klaproth, Tableaux historiques de l'Asie p. 204), eine vom Himalaya um 7½ Breitengrade Unterſchieds unabhängig fortlaufende, weſt-öſtliche Parallelkette. Den Brüdern Hermann und Robert Schlagintweit iſt zuerſt die Kühnheit gelückt von Ladak aus die Kuen-lün-Kette zu überſchreiten und in das Gebiet von Khotan zu gelangen: in den Monaten Juli und September 1856. Nach ihren immer ſo ſorgfältigen Beobachtungen iſt an der nördlichen Grenze von Tibet die höchſte waſſerſcheidende Bergkette die, auf welcher der Karakorum-Paß (17170 Par. Fuß), von SO nach NW ſtreichend, alſo dem ſüdlich gegenüberſtehenden Theile des Himalaya (im Weſten vom Thoswaligirt) parallel ſich befindet. Die Flüſſe von Yarkand und Karakaſch, welche das große Waſſerſyſtem des Lorim und Sees Lop theilweiſe bilden, haben ihren Urſprung an dem nordöſtlichen Abhange der Karakorum-Kette. Von dieſem Quellgebiete gelangten ſie über Kiſſilkorum und die heißen Quellen (49° C.) an den kleinen Alpenſee Kiuk-kiul an die, oſt-weſtlich ſtreichende Kette des Kuen-lün. (Report No. VIII, Agra 1857, p. 6.)

ßere Häufigkeit auf Inseln und Littoralen, d. i. Erhebungs-Rändern der Continente, ist auch die zu vermuthende große Ungleichheit der schon erlangten Dicke der Erdkruste vielfach in Betrachtung gezogen worden. Man ist geneigt anzunehmen, daß die Oberfläche der inneren geschmolzenen Masse des Erdkörpers den Punkten näher liege, wo die Vulkane ausgebrochen sind. Da aber viele mittlere Grade der Zähigkeit in der erstarrenden Masse gedacht werden können, so ist der Begriff einer solchen Oberfläche des Geschmolzenen schwer mit Klarheit zu fassen, wenn als Hauptursach aller Verwerfungen, Spaltungen, Erhebungen und muldenförmigen Senkungen eine räumliche Capacitäts-Veränderung der äußeren festen, schon erstarrten Schale gedacht werden soll. Wenn es erlaubt wäre, nach den in den artesischen Brunnen gesammelten Erfahrungen wie nach den Schmelzgraden des Granits in arithmetischer Reihe, also bei Annahme gleicher geothermischer Tiefen-Stufen, die sogenannte Dicke der Erdkruste zu bestimmen; *) so fände man sie zu $5^{2}/_{10}$ geogr. Meilen (jeder zu 3807 Toisen) oder $1/_{329}$ des Polar-Durchmessers: †) aber Einwirkungen des Drucks und der Wärmeleitung verschiedener Gebirgsarten lassen voraussetzen, daß die geothermischen Tiefen-Stufen mit zunehmender Tiefe selbst einen größeren Werth haben.

Trotz der sehr geringen Zahl von Punkten, an denen gegenwärtig das geschmolzene Innere unsres Planeten mit dem Luftkreise in thätiger Verbindung steht, ist doch die Frage nicht ohne Wichtigkeit, in welcher Art und in welchem Maaße die vulkanischen Gas-Exhalationen auf die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und durch sie auf das, sich auf der Oberfläche entwickelnde, organische Leben einwirken. Zuerst muß man in Betrachtung ziehn, daß es weniger die Gipfel-Krater selbst als die kleinen Auswurfs-Kegel und die, große Räume ausfüllenden, so viele Vulkane umgebenden Fumarolen sind, welche Gas-Arten aushauchen; ja daß ganze Landstrecken auf Island, im Caucasus, in dem Hochlande von Armenien, auf Java, den Galapagos, Sandwich-Inseln und Neu-Seeland durch Solfataren, Naphtha-Quellen und Salsen sich ununterbrochen wirksam zeigen. Vulkanische Gegenden, welche man gegenwärtig unter die ausgebrannten zählt, sind ebenfalls als Gasquellen zu betrachten; und das stille Treiben der unterirdischen zersetzenden und bildenden Kräfte in ihnen ist der Quantität nach wahrscheinlich productiver als die großen, selteneren und geräuschvollen Ausbrüche der Vulkane, wenn gleich deren Lavafelder noch Jahre lang fortfahren, sichtbar und unsichtbar zu dampfen. Glaubt man die Wirkungen dieser kleinen chemischen Processe darum vernachlässigen zu dürfen, weil das ungeheure Volum des durch Strömungen ewig bewegten Luftkreises um so geringe Bruchtheile durch einzeln unwichtig scheinende ‡) Zugaben in seiner primitiven Mischung wenig verändert werden könne; so erinnere man sich an den mächtigen Einfluß, welchen nach den schönen Untersuchungen von Percival, Saussure, Boussingault und Liebig drei oder vier Zehntausend-Theile von Kohlensäure unseres Luftkreises auf die Existenz des vegetabilischen Organismus haben. Nach Bunsen's schöner Arbeit über die vulkanischen Gas-Arten geben unter den Fumarolen in verschiedenen Stadien der Thätigkeit und der Localverhältnisse einige (z. B. am großen Hekla) 0,81 bis 0,83 Stickstoff und in den Lavaströmen des Ber-

*) Kosmos 1. Buch S. 19, 88; 4. Buch S. 654 bis 661 und 817.

†) Arago (Astronomie populaire T. III. p. 248) nimmt fast dieselbe Dicke der Erdkruste: 40000 Meter, ohngefähr 5½ Meile, an; Elie de Beaumont (Systèmes de Montagnes T. III. p. 1237) vermehrt die Dicke um ¼. Die älteste Angabe ist die von Cordier, im mittleren Werth 14 geogr. Meilen: eine Zahl, welche aber in der mathematischen Theorie der Stabilität von Hopkins noch 14mal zu vergrößern wäre, und zwischen 172 und 215 geogr. Meilen fallen würde. Ich stimme aus geologischen Gründen ganz den Zweifeln bei, welche Naumann in seinem vortrefflichen Lehrbuche der Geognosie Bd. I. S. 62—64, 73—76 und 289 gegen diese ungeheure Entfernung des flüssigen Inneren von den Kratern der thätigen Vulkane erhoben hat.

‡) Von der Art, wie in der Natur durch sehr kleine, allmälige Anhäufung erkennbare Mischungs-Veränderungen entstehen, giebt die von Malaguti entdeckte, durch Field bestätigte Gegenwart von Silber im Meerwasser ein merkwürdiges Beispiel. Trotz der ungeheueren Größe des Oceans und der so geringen Oberfläche, welche die den Ocean befahrenden Schiffe darbieten, ist doch in neuester Zeit die Silberspur im Seewasser an dem Kupferbeschlag der Schiffe bemerkbar geworden.

ges 0,78, bei nur Spuren (0,01 bis 0,02) von Kohlenſäure; andere auf Island bei Kriſuvik geben dagegen 0,86 bis 0,87 Kohlenſäure mit kaum 0,01 Stickſtoffs.*) Eben ſo bietet die wichtige Arbeit über die Gas-Emanationen im ſüdlichen Italien und auf Sicilien von Charles Sainte-Claire Deville und Bornemann große Anhäufungen von Stickgas (0,98) in den Exhalationen einer Spalte tief im Krater von Vulcano, aber ſchwefelſaure Dämpfe mit einem Gemiſch von 74,7 Stickgas und 18,5 Sauerſtoffs dar: alſo der Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft ziemlich nahe. Das Gas, welches bei Catania in dem Brunnen Acqua Santa †) aufſteigt, iſt dagegen reines Stickgas, wie es zur Zeit meiner amerikaniſchen Reiſe das Gas der Volcancitos de Turbaco war.‡)

Sollte die große Quantität Stickſtoffs, welche durch die vulkaniſche Thätigkeit verbreitet wird, allein die ſein, die den Vulkanen durch Meteorwaſſer zugeführt wird? oder giebt es innere, in der Tiefe liegende Quellen des Stickſtoffs? Es iſt auch zu erinnern, daß die in dem Regenwaſſer enthaltene Luft nicht, wie unſere, 0,79: ſondern, nach meinen eigenen Verſuchen, nur 0,69 Stickſtoffs enthält. Der letztere iſt für die Ammoniakal-Bildung, durch die in der Tropengegend faſt täglichen electriſchen Exploſionen, eine Quelle erhöhter Fruchtbarkeit. ||) Der Einfluß des Stickſtoffes auf die Vegetation iſt gleich dem des Subſtrats der atmoſphäriſchen Kohlenſäure.

Bouſſingault hat in den Analyſen der Gas-Arten der Vulkane, welche dem Aequator nahe liegen (Tolima, Puracé, Paſto, Tuqueres und Cumbal), mit vielem Waſſerdampf, Kohlenſäure und geſchwefeltes Waſſerſtoff-Gas; aber keine Salzſäure, keinen Stickſtoff und kein freies Hydrogen gefunden. §) Der Einfluß, den das Innere unſres Planeten noch gegenwärtig auf die chemiſche Zuſammenſetzung der Atmoſphäre ausübt, indem er dieſer Stoffe entzieht, um ſie unter anderen Formen wiederzugeben; iſt gewiß nur ein unbedeutender Theil von den chemiſchen Revolutionen, welche der Luftkreis in der Urzeit bei dem Hervorbrechen großer Gebirgsmaſſen auf offenen Spalten muß erlitten haben. Die Vermuthung über den wahrſcheinlich ſehr großen Antheil von Kohlenſäure in der alten Luft-Umbildung wird verſtärkt durch die Vergleichung der Dicke der Kohlenlager mit der ſie trennen Schicht von Kohle (ſieben Linien Dicke), welche nach Chevandier's Berechnung in der gemäßigten Zone unſere dichteſten Waldungen dem Boden in 100 Jahren geben würden. ¶)

In der Kindheit der Geognoſie, vor Dolomieu's ſcharfſinnigen Vermuthungen, wurde die Quelle vulkaniſcher Thätigkeit nicht unter den älteſten Gebirgs-Formationen, für die man damals allgemein den Granit und Gneiß hielt, geſetzt. Auf einige ſchwache Analogien der Entzündbarkeit fußend, glaubte man lange, daß die Quelle vulkaniſcher Ausbrüche

---

*) Bunſen über die chemiſchen Prozeſſe der vulkaniſchen Geſteinsbildungen in Poggend. Annalen Bd. 83 S. 242 und 246.

†) Comptes rendus de l'Academie des Sciences T. XLIII. 1856 p. 366 und 689. Die erſte genaue Analyſe von dem Gas, welches mit Geräuſch aus der großen Solfatare von Pozzuoli ausbricht und von Herrn Charles Sainte-Claire Deville mit vieler Schwierigkeit geſammelt wurde, gab an ſchwefliger Säure (acide sulfureux) 24,5: an Sauerſtoff 14,5 und an Stickſtoff 61,4.

‡) Kosmos 4. Buch S. 746—749.

||) Bouſſingault, Economie rurale (1851) T. II. p. 724—726: "La permanence des orages dans le sein de l'atmosphère (sous les tropiques) est un fait capital, parce qu'il se rattache à une des questions les plus importantes de la Physique du Globe, celle de la fixation de l'azote de l'air dans les êtres organisés. Toutes les fois qu'une série d'étincelles électriques passe dans l'air humide, il y a production et combinaison d'acide nitrique et d'ammoniaque. Le nitrate d'ammoniaque accompagne constamment l'eau des pluies d'orage, et comme fixe par sa nature, il ne saurait se maintenir à l'état de vapeur; on signale dans l'air du carbonate ammoniacal, et l'ammoniaque du nitrate est amenée sur la terre par la pluie. Ainsi, en définitive, ce serait une action électrique, la foudre, qui disposerait le gaz azote de l'atmosphère à s'assimiler aux êtres organisés. Dans la zone équatoriale pendant l'année entière, tous les jours, probablement même à tous les instans, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques. Un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre." Salmiak wird aber auch in der Kochſalz als Sublimations-Produkt der Vulkane zu Zeit zu Zeit auf den Lavaſtrömen ſelbſt gefunden: am Hekla, Veſuv und Aetna; in der Vulkan-Kette von Guatemala (Vulkan von Izalco), und vor allem in Aſien in der vulkaniſchen Kette des Thian-ſchan. Die Bewohner der Gegend zwiſchen Kutſche, Turfan und Hami bezahlen in gewiſſen Jahren ihren Tribut an den Kaiſer von China in Salmiak (chineſiſch: nao-scha, perſiſch: nuschadur): welcher ein wichtiger Gegenſtand des auswärtigen Handels iſt (Asie centrale T. II. p. 33, 38, 45 und 428).

§) Viajes de Boussingault (1849) p. 78.

¶) Kosmos 1. Buch S. 147.

und der Gas-Emanationen, welche dieſelben für viele Jahrhunderte veranlaſſen, in den neueren, über-ſiluriſchen, Brennſtoff enthaltenden Flözſchichten zu ſuchen ſei. Allgemeinere Kenntniß der Erdoberfläche, tiefere und richtiger geleitete geognoſtiſche Forſchungen, und der wohlthätige Einfluß, welchen die großen Fortſchritte der neueren Chemie auf die Geologie ausgeübt; haben gelehrt, daß die drei großen Gruppen vulkaniſchen oder eruptiven Geſteins (Trachyt, Phonolith und Baſalt) unter ſich, wenn man ſie als große Maſſen betrachtet, im Alter verſchieden und meiſt ſehr von einander abgeſondert auftreten; alle drei aber ſpäter als die plutoniſchen Granite, Diorite und Quarzporphyre: als alle ſiluriſche, ſecundäre, tertiäre und quartäre (pleiſtocäne) Bildungen an die Oberfläche getreten ſind; ja oft die lockeren Schichten der Diluvial-Gebilde und Knochen-Breccien durchſetzen. Eine auffallende Mannigfaltigkeit*) dieſer Durchſetzungen, auf einen kleinen Raum zuſammengedrängt, findet ſich, nach Rozet's wichtiger Bemerkung, in der Auvergne; denn wenn gleich die großen trachytiſchen Gebirgsmaſſen des Cantal, Mont-Dore und Puy de Dôme den Granit ſelbſt durchbrechen, auch theilweiſe (z. B. zwiſchen Vic und Aurillac und am Gion de Mamon) große Fragmente von Gneiß †) und Kalkſtein einſchließen: ſo ſieht man doch auch Trachyt und Baſalte den Gneiß, das Steinkohlen-Gebirge der Tertiär- und Diluvial-Schichten gangartig durchſchneiden. Baſalte und Phonolithe, nahe mit einander verwandt, wie das böhmiſche Mittelgebirge und die Auvergne beweiſen, ſind beide neuerer Formation als die Trachyte, welche oft von Baſalten in Gängen durchſetzt werden. ‡) Die Phonolithe ſind aber wiederum älter als die Baſalte; ſie bilden wahrſcheinlich nie Gänge in dieſen: da hingegen dikes von Baſalt oftden Porphyrſchiefer (Phonolith) durchſchneiden. In der Andeskette von Quito habe ich die Baſalt-Formation räumlich weit von den herrſchenden Trachyten getrennt gefunden: faſt allein am Rio Pisque und im Thal von Guaillabamba. ||)

Da in der vulkaniſchen Hochebene von Quito alles mit Trachyt, Trachyt-Conglomeraten und Tuffen bedeckt iſt, ſo war es mein eifrigſtes Beſtreben, irgend einen Punkt zu entdecken, an dem man deutlich erkennen könne, auf welcher älteren Gebirgsart die mächtigen Kegel- und Glockenberge aufgeſetzt ſind oder, um beſtimmter zu reden, welche ſie durchbrochen haben. Einen ſolchen Punkt bin ich ſo glücklich geweſen aufzufinden, als ich im Monat Juni 1802 von Riobamba nuevo aus (8898 Fuß über dem Spiegel der Südſee) eine Erſteigung des Tunguragua auf der Seite der Cuchilla de Guandisava verſuchte. Ich begab mich von dem anmuthigen Dorfe Penipe über die ſchwankende Seilbrücke (puente de maroma) des Rio Puela nach der iſolirten hacienda de Guance (7440 Fuß): wo im Südoſt, dem Einfluß des Rio Blanca in den Rio Chambo gegenüber, ſich eine prachtvolle Colonnade von ſchwarzem, pechſteinartigem Trachyt erhebt. Man glaubt von weitem den Baſalt-Steinbruch bei Unkel zu ſehen. Am Chimborazo, etwas über dem Waſſerbecken von Yana-Cocha, ſah ich eine ähnliche, höhere, doch minder regelmäßige Säulengruppe von

*) Rozet, Mémoire sur les Volcans d'Auvergne in den Mémoires de la Soc. géol. de France, 2ème Série T. I. 1844 p. 64 und 120—130: "Les basaltes (comme les trachytes) ont percé le gneis, le granite, le terrain houiller, le terrain tertiaire et les plus anciens dépôts diluviens. On voit même les basaltes recouvrir souvent des masses de caillous roulés basaltiques; il sont sortis par une infinité d'ouvertures dont plusieurs sont encore parfaitement (?) reconnaissables. Beaucoup présentent des cônes de scories plus ou moins considérables, mais on n'y trouve jamais des cratères semblables à ceux qui ont donné des coulées de laves . . . ."

†) Gleich den granitartigen Stücken, eingehüllt im Trachyt vom Jorullo, Kosmos 4. Buch S. 802.

‡) Auch in der Eifel, nach dem wichtigen Zeugniß des Berghauptmanns von Dechen (Kosmos 4. Buch S. 760).

||) Kosmos 4. Buch S. 808. Der Rio de Guaillabamba fließt in den Rio de las Esmeraldas. Das Dorf Guaillabamba, bei welchem ich die iſolirten, olivinhaltigen Baſalte fand, hat nur 6482 Fuß Meereshöhe. In dem Thale herrſcht eine unerträgliche Hitze, die aber noch größer iſt im Valle de Chota, zwiſchen Tuſa und der Villa de Ibarra, deſſen Sohle bis 4962 Fuß herabſinkt und das, mehr eine Kluft als ein Thal, bei kaum 9000 Fuß Breite über 4500 Fuß tief iſt. (Humboldt, Rec. d'Observ. astronomiques Vol. I. p. 307.) Der Trümmer-Ausbruch Volcan de Ansango an dem Abfall des Antiſana gehört keineswegeS zur Baſalt-Formation. er iſt ein baſalt-ähnlicher Oligoklas-Trachyt. (Vergl. über räumlichen Abſtand, antagonisme des basaltes et des trachytes, mein Essai géognostique sur le gisement des Roches 1823 p. 348 und 359, und im allgemeinen p. 327—336.)

Trachyt. Die Säulen südöstlich von Penipe sind meist fünfseitig, von nur 14 Zoll Durchmessers, oft gekrümmt und divergirend. Am Fuß dieser schwarzen, pechsteinartigen Trachyt von Penipe (unfern der Mündung des Rio Blanco) sieht man in diesem Theil der Cordillere eine sehr unerwartete Erscheinung: grünlich weißen Glimmerschiefer mit eingesprengten Granaten; und weiter hin, jenseits des seichten Flüßchens Bascaguan, bei der Hacienda von Guansce, nahe dem Ufer des Rio Puela, den Glimmerschiefer wahrscheinlich unterteufend: Granit von mittlerem Korn, mit lichtem, röthlichem Feldspath, wenig schwärzlich grünem Glimmer und vielem gräulich weißen Quarz. Hornblende fehlt. Es ist kein Syenit. Die Trachyte des Vulkans von Tungurahua, ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach denen des Chimborazo gleich, d. i. aus einem Gemenge von Oligoklas und Augit bestehend, haben also hier Granit und Glimmerschiefer durchbrochen. Weiter gegen Süden, etwas östlich von dem Wege von Riobamba nuevo nach Guamote und Ticsan, kommen in der vom Meeresufer abgewandten Cordillere die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Glimmerschiefer und Gneiß, gegen den Fuß der Colosse des Altar de los Collanes, des Cuvillan und des Paramo del Hatillo überall zu Tage. Vor der Ankunft der Spanier, ja selbst ehe die Herrschaft der Incas sich so weit nach Norden erstreckte, sollen die Eingeborenen hier metallführende Lagerstätten in der Nähe der Vulkane bearbeitet haben. Etwas südlich von San Luis beobachtet man häufig Quarzgänge, die einen grünlichen Thonschiefer durchsetzen. Bei Guamote, an dem Eingange der Grasebene von Tiocaza, fanden wir große Massen von Gestellstein, sehr glimmerarme Quarzite von ausgezeichneter linearer Parallel-Structur, regelmäßig mit 70° gegen Norden einschießend. Weiter südlich bei Ticsan unweit Alausi bietet der Cerro Cuello de Tiesan große Schwefelmassen gebaut in einem Quarzlager, dem nahen Glimmerschiefer untergeordnet, dar. Eine solche Verbreitung des Quarzes in der Nähe von Trachyt-Vulkanen hat auf den ersten Anblick etwas befremdendes. Aber meine Beobachtungen von der Auflagerung oder vielmehr dem Ausbrechen des Trachyts aus Glimmerschiefer und Granit am Fuß des Tungurahua (ein Phänomen, welches in den Cordilleren so selten als in der Auvergne häufig ist) haben 17 Jahre später die vortreffliche Arbeiten des französischen Geognosten, Herrn Sebastian Wisse, am Sangay bestätigt.

Dieser colossale Vulkan, 1260 Fuß höher als der Montblanc, ohne alle Lavaströme, die auch Charles Deville dem eben so thätigen Stromboli abspricht, aber wenigstens seit dem Jahre 1728 in ununterbrochener Thätigkeit schwarzer, oft glühend leuchtender Stein-Auswürfe: bildet eine Trachyt-Insel von kaum 2 geogr. Meilen Durchmesser*) mitten in Granit- und Gneiß-Schichten. Ganz entgegengesetzte Lagerungsverhältnisse zeigt die vulkanische Eifel, wie ich schon oben bemerkt habe: sowohl bei der Thätigkeit, welche sich einst in den, in devonische Schiefer eingesenkten Maaren (oder Minen-Trichtern): als der, welche sich in den lavastrom-gebenden Gerüsten offenbart: wie am langen Rücken des Mosenberges und Gerolsteins. Die Oberfläche bezeugt hier nicht, was im

*) Sébastien Wisse, exploration du Volcan de Sangay in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXVI (1853) p. 721; vergl. auch Kosmos 4. Buch S. 768 und 774. Nach Boussingault haben die von Wisse mitgebrachten ausgeworfenen Trachytstücke, am oberen Abfall des Kegels gesammelt (der Reisende gelangte bis in eine Höhe von 900 Fuß unter dem Gipfel, welcher selbst 456 Fuß Durchmesser hat), eine schwarze, pechsteinartige Grundmasse mit eingewachsenen Krystallen von glasigem (?) Feldspath. Eine sehr merkwürdige, in Vulkan-Auswürfen bisher wohl einzige Erscheinung ist, daß mit diesen großen, schwarzen Trachytstücken zugleich kleine Stücke scharfkantigen reinen Quarzes ausgestoßen werden. Diese Fragmente haben (nach einem Briefe meines Freundes Boussingault vom Januar 1851) nicht mehr als 4 Cubik-Centimeter Volum. In der Trachytmasse selbst ist kein eingesprengter Quarz zu finden. Alle vulkanischen Trachyte, welche ich in den Cordilleren von Südamerika und Mexico untersucht habe: ja selbst die trachytischen Porphyre, in denen die reichen Silbergänge von Real del Monte, Moran und Regla, nördlich vom Hochthal von Mexico, aufsetzen, sind völlig quarzfrei. Trotz dieses scheinbaren Antagonismus von Quarz und Trachyt in entzündeten Vulkanen, bin ich keineswegs geneigt den vulkanischen Ursprung der trachytischen porphyres meulières (Mühlsteins-Trachyte), auf welche Beudant zuerst recht aufmerksam gemacht hat, zu läugnen. Die Art aber, wie diese auf Spalten zerbrochen sind, ist, ihrer Entstehung nach, gewiß ganz verschieden von der Bildung der kegel- und domförmigen Trachyt-Gerüste.

Inneren verborgen ist. Die Trachytlosigkeit vor Jahrtausenden so thätiger Vulkane ist eine noch auffallendere Erscheinung. Die augithaltigen Schlacken des Mosenberges, welche den basaltartigen Lavastrom theilweise begleiten, enthalten kleine gebrannte Schieferstücke, nicht Fragmente von Trachyt; in der Umgebung fehlen die Trachyte. Diese Gebirgsart wird in der Eifel nur ganz isolirt*) sichtbar, fern von Maaren und lavagebenden Vulkanen: wie im Sellberg bei Quiddelbach und in dem Bergzuge von Reimerath. Die Verschiedenheit der Formationen, welche die Vulkane durchbrechen, um in der oberen Erdrinde mächtig zu wirken, ist geognostisch eben so wichtig als das Stoffhaltige, das sie hervorbringen.

Die Gestaltungs-Verhältnisse der Felsgerüste, durch welche die vulkanische Thätigkeit sich äußert oder zu äußern gestrebt hat, sind endlich in neueren Zeiten in ihrer oft sehr complicirten Verschiedenartigkeit in den fernesten Erdzonen weit genauer erforscht und dargestellt worden als im vorigen Jahrhundert, wo die ganze Morphologie der Vulkane sich auf Kegel- und Glockenberge beschränkte. Man kennt jetzt von vielen Vulkanen den Bau, die Hypsometrie und die Reihung (das, was der scharfsinnige Carl Friedrich Naumann die Geotektonik†) nennt) auf das befriedigendste oft da, wo man noch in der größten Unwissenheit über die Zusammensetzung ihrer Gebirgsart, über die Association der Mineral-Species geblieben ist, welche ihre Trachyte charakterisiren und von der Grundmasse abgesondert erkennbar werden. Beide Arten der Kenntniß, die morphologische der Felsgerüste und die oryctognostische der Zusammensetzung, sind aber zur vollständigen Beurtheilung der vulkanischen Thätigkeit gleich nothwendig: ja die letztere, auf Krystallisation und chemische Analyse gegründet, wegen des Zusammenhanges mit plutonischen Gebirgsarten (Quarzporphyr, Grünstein, Serpentin) von größerer geognostischer Wichtigkeit. Was wir von dem sogenannten Vulcanismus des Mondes zu wissen glauben, bezieht sich der Natur dieser Kenntniß nach ebenfalls allein auf Gestaltung.‡)

*) Kosmos 4. Buch S. 758—759.

†) Das Vollständigste, was wir, auf wirkliche Messungen der Höhenverhältnisse, Neigungswinkel und Profil-Ansichten gegründet, von irgend einer vulkanischen Gegend besitzen, ist die schöne Arbeit des Olmützer Astronomen Julius Schmidt über den Vesuv, die Solfatara, Monte nuovo, die Astroni, Rocca Monfina und die alten Vulkane des Kirchenstaats (im Albaner Gebirge, Lago Bracciano und Lago di Bolsena); s. dessen hypsometrisches Werk: die Eruption des Vesuvs im Mai 1855, nebst Atlas Tafel III, IV und IX.

‡) Bei der fortschreitenden Vervollkommnung unserer Kenntnisse von der Gestaltung der Oberfläche des Mondes von Tobias Mayer an bis Lohrmann, Mädler und Julius Schmidt ist im ganzen der Glaube an die großen Analogien zwischen den vulkanischen Gerüsten der Erde und des Mondes eher vermindert als vermehrt worden: nicht sowohl wegen der Dimensions-Verhältnisse und früh erkannten Anreihung so vieler Ringgebirgs-Formen als wegen der Natur der Rillen und der nicht schattenwerfenden Strahlen-Systeme (Licht-Radiationen) von mehr als hundert Meilen Länge und ½ bis 4 Meilen Breite: wie am Tycho, Copernicus, Keyler und Aristarch. Auffallend ist es immer, daß schon Galilei, in seinem Briefe an den Pater Christoph Grienberger sulle Montuosità della Luna, Ringgebirge, deren Durchmesser er für größer hielt, als sie sind, glaubte mit dem umwallten Böhmen vergleichen zu dürfen; und daß der scharfsinnige Robert Hooke in seiner Micrographie den auf dem Mond fast überall herrschenden Typus kreisförmiger Gestaltung schon der Reaction des Inneren des Mondkörpers auf das Äußere zuschrieb (Kosmos 2. Buch S. 362 und 3. Buch S. 579). Bei den Ringgebirgen des Mondes haben in den neueren Zeiten das Verhältniß der Höhe der Centralberge zu der Höhe der Umwallung oder der Kraterränder, wie die Existenz parasitischer Krater auf der Umwallung selbst mich lebhaft interessirt. Das Ergebniß aller sorgfältigen Beobachtungen von Julius Schmidt, welcher mit der Fortsetzung und Vollendung der Mond-Topographie von Lohrmann beschäftigt ist, setzt fest: „daß kein einziger Centralberg die Wallhöhe seines Kraters erreicht, sondern daß derselbe mit seinem Gipfel wahrscheinlich in allen Fällen noch bedeutend unter derjenigen Oberfläche des Mondes liegt, aus welcher der Krater ausgebrochen ist. Während der Schlackenkegel im Krater des Vesuvs, der am 22. October 1822 aufgestiegen ist, nach Brioschi's trigonometrischer Messung die Punta del Palo, den höchsten nördlichen Kraterrand (von 618 Toisen über dem Meere), um 28 Fuß überragt und in Neapel sichtbar war, liegen auf dem Monde viele von Mädler und dem Olmützer Astronomen gemessene Centralberge volle 1000 Toisen tiefer als der mittlere Umwallungsrand: ja 100 Toisen unter dem, was man in derselben Mondgegend für das nähere mittlere Niveau halten kann (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 272 und 274, und Julius Schmidt: der Mond 1856 S. 62). Gewöhnlich sind die Centralberge oder Central-Massengebirge des Mondes vielgipflig: wie im Theophilus, Petavius und Bullialdus. Im Copernicus liegen 6 Centralberge, und einen eigentlichen centralen Pic mit scharfer Spitze zeigt allein der Alphons. Dies Verhältniß erinnert an die Astroni in den phlegräischen Feldern, auf deren domförmige Centralmassen Leopold von Buch mit Recht viel Wichtigkeit legte. „Diese Massen brachen nicht auf (so wenig als die im Centrum der Mond-Ringgebirge); es entstand keine dauernde Verbindung mit dem Inneren, kein Vulkan: sondern vielmehr gleichsam ein Modell der großen, so vielfältig über die Erdrinde verbreiteten, trachytischen, nicht geöffneten Dome, des Puy de Dôme und des Chimborazo" (Poggendorff's Annalen Bd. 37. 1836 S. 183). Die Umwallung der Astroni hat eine überall geschlossene elliptische Form, welche nirgend

Wenn, wie ich hoffe, das, was ich hier über die Classification der vulkanischen Gebirgsarten oder, um bestimmter zu reden, über die Eintheilung der Trachyte *nach ihrer Zusammensetzung* vortrage, ein besonderes Interesse erregt; so gehört das Verdienst dieser Gruppirung ganz meinem vieljährigen Freunde und sibirischen Reisegefährten, Gustav Rose. Eigene Beobachtung in der freien Natur und die glückliche Verbindung chemischer, krystallographisch-mineralogischer und geognostischer Kenntnisse haben ihn besonders geschickt gemacht, neue Ansichten zu verbreiten über den Kreis der Mineralien, deren verschiedenartige, aber oft wiederkehrende Association das Product vulkanischer Thätigkeit ist. Er hat, zum Theil auf meine Veranlassung, mit aufopfernder Güte, besonders seit dem Jahre 1834 die Stücke, welche ich von dem Abhange der Vulkane von Neu-Granada, los Pastos, Quito und dem Hochlande von Mexico mitgebracht, wiederholentlich untersucht und mit dem, was aus anderen Weltgegenden die reiche Mineraliensammlung des Berliner Cabinets enthält, verglichen. Leopold von Buch hatte, als meine Sammlungen noch nicht von denen meines Begleiters Aimé Bonpland getrennt waren (in Paris 1810—1811, zwischen seiner Rückkunft aus Norwegen und seiner Reise nach Teneriffa), sie mit anhaltendem Fleiße microscopisch untersucht; auch schon früher während des Aufenthaltes mit Gay-Lussac in Rom (Sommer 1805) wie später in Frankreich von dem Kenntniß genommen, was ich in meinen Reisejournalen an Ort und Stelle über einzelne Vulkane und im allgemeinen sur l'affinité entre les Volcans et certains porphyres dépourvus de quartz im Monat Juli 1802 niedergeschrieben hatte.*) Ich bewahre als ein mir überwerthes An-

---

mehr als 130 Toisen über dem Meeresspiegel erreicht. Die Gipfel der centralen Kuppen liegen 103 Toisen tiefer als das Maximum des südwestlichen Kraterwalles. Die Kuppen bilden zwei unter sich parallele, mit dichtem Gesträuch bekleidete Rücken (Julius Schmidt, Eruption des Vesuvs S. 147 und der Mond S. 70 und 103). Zu den merkwürdigsten Gegenständen der ganzen Mondfläche gehört aber das Ringgebirge Petavius, in welchem der ganze innere Kraterboden convex, blasen- oder kuppelförmig expandirt, und doch mit einem Centralberge gekrönt ist. Die Convexität ist hier eine dauernde Form. In unseren Erd-Vulkanen wird nur bisweilen (temporär) die Bodenfläche des Kraters durch die Kraft unterer Dämpfe fast bis zur Höhe des Kraterrandes gehoben; aber so wie die Dämpfe durchbrechen, sinkt die Bodenfläche wieder herab. Die größten Durchmesser der Krater auf der Erde sind die Caldeira de Fogo, nach Charles Deville zu 4100 Toisen (1,08 geographische Meile); die Caldeira von Palma, nach Leop. von Buch zu 3100 T.: während auf dem Monde Theophilus 50000 T. und Tycho 45000 T., letztere beiden also 13 und 11,3 geogr. Meilen, im Durchmesser haben. Parasitische Neben-Krater, auf einem Randwalle des großen Kraters ausgebrochen, sind auf dem Monde sehr häufig. Der Kraterboden dieser Parasyten ist gewöhnlich leer, wie auf dem zerrissenen großen Rande des Maurolycus; seltener ist ein kleiner Centralberg, vielleicht ein Auswurfs-Kegel, darin zu sehen: wie in Longomontanus. Auf einer schönen Skizze des Aetna-Krater-Systems, welches mir mein Freund, der Astronom Christian Peters (jetzt in Albany in Nordamerika) aus Flensburg im August 1854 schickte, erkennt man deutlich den parasitischen Rand-Krater (Pozzo di Fuoco genannt), der sich im Januar 1833 an der Ost-Süd-Ost-Seite bildete und bis 1843 mehrere starke Lava-Ausbrüche hatte.

*) Der wenig charakterisirende, unbestimmte Name *Trachyt* (Rauhstein), welcher jetzt so allgemein dem Gestein, in dem die Vulkane ausbrechen, gegeben wird, ist erst im Jahre 1822 von Hauy in der 2ten Auflage seines Traité de Minéralogie Vol. IV. p. 579 einem Gestein der Auvergne gegeben worden: bloß mit Erwähnung der Ableitung des Namens, und einer kurzen Beschreibung, in welcher der älteren Benennungen: Grau- chauffé en place von Desmarets, Trapp-Porphyre und Domite, gar nicht Erwähnung geschieht. Nur durch mündliche Mittheilung, welche die Vorlesungen Hauy's im Jardin des Plantes veranlaßten, ist der Name Trachyt schon vor 1822, z. B. in Leop. von Buch im Jahre 1818 erschienener Abhandlung über basaltische Inseln und Erhebungskrater, durch Daubuisson's Traité de Minéralogie von 1819, durch Bruder's wichtiges Werk, Voyage en Hongrie, verbreitet worden. Aus freundschaftlichen Briefen, welche ich ganz neuerlich Herrn Elie de Beaumont verdanke, geht ferner, daß die Erinnerungen von Herrn Delafosse, Hauy's früherem Aide Naturaliste, jetzigem Mitgliede des Institut, die Benennung von Trachyt zwischen die Jahre 1813 und 1816 setzen. Die Publication des Namens Domit durch Leopold von Buch scheint nach Emdt in das Jahr 1809 zu fallen. Es wird des Domits zuerst in dem 3ten Briefe an Karsten (geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien Bd. II. 1809 S. 244) erwähnt. „Der Porphyr des Puy de Dôme", heißt es dort, „ist eine eigene, bis jetzt namenlose Gebirgsart, die aus Feldspath-Krystallen mit Glasglanz, Hornblende und schwarzen Glimmerblättchen besteht. In den Klüften dieser Gebirgsart, die ich vorläufig Domit nenne, finden sich schöne Drusen, deren Wände mit Krystallen von Eisenglanz bedeckt sind. In der ganzen Länge des Puy's wechseln Kegel aus Domit mit Schlackenkegeln ab." Der 2te Band der Reisen, welcher die Briefe aus der Auvergne enthält, ist 1806 gedruckt, aber erst 1809 ausgegeben worden, so daß die Publication des Namens Domit eigentlich in dieses Jahr gehört. Sonderbar ist es, daß 4 Jahre später in Leopolds von Buch Abhandlung über den Trapp-Porphyr des Domits nicht mehr Erwähnung geschieht. — Wenn ich im Texte der Zeichnung eines Profils der Cordilleren gedenke, welche in meinem Journal vom Monat Juli 1802 enthalten ist und vom 4ten Grad nördlicher bis 4° südlicher Breite reicht: so ist die Aufschrift affinité entre le feu volcanique et les porphyres sich findet: so ist es nur, um zu erinnern, daß dieses Profil, welches die drei Durchbrüche der Trapp-Gruppen von Popayan, los Pastos und Quito, wie auch den Ausbruch der Trapp-Porphyre in dem Gebiete des Glimmerschiefer des Paramo de Assuay (auf der großen Straße von Cadlud, in 14568 Fuß Höhe) darstellt, Leopold von Buch angeregt hat mir zur

denken einige Blätter mit Bemerkungen über die vulkaniſchen Producte der Hochebenen von Quito und Mexico, welche der große Geognoſt mir vor jetzt mehr als 46 Jahren zu meiner Belehrung mittheilte. Da Reiſende, wie ich ſchon an einem anderen Orte*) umſtändlicher entwickelt, nur immer die Träger des unvollſtändigen Wiſſens ihrer Zeit ſind, und ihren Beobachtungen viele der leitenden Ideen, d. h. der Unterſcheidungs-Merkmale fehlen, welche die Früchte eines fortſchreitenden Wiſſens ſind; ſo bleibt dem materiell Geſammelten und geographiſch Geordneten faſt allein ein langdauernder Werth.

Will man, wie mehrfach geſchehen, die Benennung Trachyt (wegen der früheſten Anwendung auf das Geſtein von Auvergne und des Siebengebirges bei Bonn) auf eine vulkaniſche Gebirgsart beſchränken, welche Feldſpath, beſonders Werner's glaſigen Feldſpath, Noſe's und Abich's Sanidin enthalte: ſo wird dadurch die, zu höheren geognoſtiſchen Anſichten führende, innige Verkettung des vulkaniſchen Geſteins unfruchtbar zerriſſen. Eine ſolche Beſchränkung konnte den Ausdruck rechtfertigen, „daß in dem labradorreichen Aetna kein Trachyt vorkomme"; ja meine eigenen Sammlungen beweiſen ſollen, „daß kein einziger der faſt zahlloſen Vulkane der Andes aus Trachyt beſtehe: daß ſogar die ſie bildende Maſſe Albit und deshalb, da man damals (1835) allen Oligoklas irrig für Albit hielt, alles vulkaniſche Geſtein mit dem allgemeinen Namen Andeſit (beſtehend aus Albit mit wenig Hornblende) zu belegen ſei". †) Wie ich ſelbſt nach den Eindrücken, welche ich von meinen Reiſen über das, trotz einer mineralogiſchen Verſchiedenheit innerer Zuſammenſetzung, allen Vulkänen Gemeinſame zurückgebracht: ſo hat auch Guſtav Noſe, nach dem, was er in dem ſchönen Aufſatz über die Feldſpath-Gruppe ‡) entwickelt hat, in ſeiner Claſſifikation der Trachyte Orthoklas, Sanidin, den Anorthit der Somma, Albit, Labrador und Oligoklas verallgemeinernd als den feldſpathartigen Antheil der vulkaniſchen Gebirgsarten betrachtet. Kurze Benennungen, welche Definitionen enthalten ſollen, führen in der Gebirgslehre wie in der Chemie zu mancherlei Unklarheiten. Ich war ſelbſt eine Zeit lang geneigt, mich der Ausdrücke: Orthoklas- oder Labrador- oder Oligoklas-Trachyte zu bedienen, und ſo den glaſigen Feldſpath (Sanidin) wegen ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung unter der Gattung Orthoklas (gemeinem Feldſpath) zu begreifen. Die Namen waren allerdings wohlklingend und einfach, aber ihre Einfachheit ſelbſt mußte irre führen; denn wenn gleich Labrador-Trachyt zum Aetna und zu Stromboli führt, ſo würde der Oligoklas-Trachyt in ſeiner wichtigen zwiefachen Verbindung mit Augit und Hornblende die weit verbreiteten, ſehr verſchiedenartigen Formationen des Chimborazo und des Vulkans von Toluca fälſchlich mit einander verbinden. Es iſt die Aſſociation eines feldſpathartigen Elementes mit einem oder zwei

---

und zu wohlwollend die erſte Anerkenntniß zuzuſchreiben: „daß alle Vulkane der Andeskette in einem Porphyr ihren Sitz haben, der eine eigenthümliche Gebirgsart iſt und den vulkaniſchen Formationen weſentlich zugehört" (Abhandlungen der Akademie der Wiſſenſch. zu Berlin aus den Jahren 1812—1813 S. 131, 151 und 153). Am allgemeinſten mag ich allerdings das Phänomen ausgedrückt haben; aber ſchon 1789 hatte Noſe, deſſen Verdienſte lange verkannt worden ſind, in ſeinen orographiſchen Briefen das vulkaniſche Geſtein des Siebengebirges „als eine dem Baſalt und Porphyrſchiefer nahe verwandte, eigene rheiniſche Porphyr-Art" beſchrieben. Er ſagt: dieſe Formation ſei durch glaſigen Feldſpath, den er Sanidin zu nennen vorſchlägt, beſonders charakteriſirt und gehöre dem Alter ihrer Bildung nach zu den Mittel-Flözgebirgen (Niederrheiniſche Reiſe Th. I. S. 26, 28 und 47; Th. II. S. 428). Daß Noſe, wie Leopold von Buch behauptet, dieſe Porphyr-Formation, die er wenig glücklich Granit-Porphyr nennt, ſogar mit den Baſalten auch für jünger als die neueſten Flözgebirge erkannt habe; finde ich nicht begründet. „Nach den glaſigen Feldſpathen," ſagt der große, ſo früh uns entriſſene Geognoſt, „ſollte die ganze Gebirgsart benannt ſein (alſo Sanidin-Porphyr), hätte ſie nicht ſchon den Namen Trapp-Porphyr" (Abh. der Berl. Akad. aus den Jahren 1812—13 S. 134). Die Geſchichte der ſyſtematiſchen Nomenclatur einer Wiſſenſchaft hat in ſo fern einige Wichtigkeit, als die Reihenfolge der herrſchenden Meinungen ſich darin abſpiegelt.

*) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. Vorrede S. III—V.

†) Leopold von Buch in Poggendorff's Ann. Bd. XXXVII. 1836 S. 188 und 190.

‡) Guſtav Noſe in Gilbert's Annalen Bd. 73. 1823 S. 173 und Annales de Chimie et de Physique T. XXIV. 1823 p. 16. Oligoklas wurde zuerſt von Breithaupt als neue Mineral-Species aufgeſtellt (Poggendorff's Annalen Bd. VIII. 1826 S. 238). Später zeigte es ſich, daß Oligoklas identiſch ſei mit einem Mineral, welches Berzelius in einem in Gneiß aufſetzenden Granitgange bei Stockholm beobachtet und wegen der Aehnlichkeit in der chemiſchen Zuſammenſetzung Natron Spodumen genannt hatte (Poggend. Annalen Bd. IX. 1827 S. 281).

anderen, welche hier, wie bei gewiſſen Gang-Ausfüllungen (Gang-Formationen), charakteriſirend auftritt.

Folgendes iſt die Ueberſicht der Abtheilungen, welche ſeit dem Winter 1852 Guſtav Roſe in den Trachyten nach den darin eingeſchloſſenen, abgeſondert erkennbaren Kryſtallen unterſcheidet. Die Hauptreſultate dieſer Arbeit, in der keine Verwechslung des Oligoklaſes mit dem Albit ſtatt findet, wurden 10 Jahre früher erlangt, als mein Freund bei ſeinen geognoſtiſchen Unterſuchungen im Rieſengebirge fand, daß der Oligoklas dort ein weſentlicher Gemengtheil des Granits ſei; und, ſo auf die Wichtigkeit des Oligoklas als weſentlichen Gemengtheils der Gebirgsarten aufmerkſam gemacht, ihn auch in anderen Gebirgsarten aufſuchte.*) Dieſe Arbeit führte zu dem wichtigen Reſultate (Poggend. Ann. Bd. 66. 1845 S. 109), daß der Albit nie der Gemengtheil einer Gebirgsart ſei.

Erſte Abtheilung. „Die Grundmaſſe enthält nur Kryſtalle von glaſigem Feldſpath, welche tafelartig und in der Regel groß ſind. Hornblende und Glimmer treten darin entweder gar nicht oder doch nur äußerſt ſparſam und als ganz unweſentliche Gemengtheile hinzu. Hierher gehört der Trachyt der phlegräiſchen Felder (Monte Olibano bei Pozzuoli), der von Iſchia und von la Tolfa; auch ein Theil des Mont-Dore (grande Cascade). Augit zeigt ſich in kleinen Kryſtallen in Trachyten des Mont-Dore, doch ſehr ſelten †); in den phlegräiſchen Feldern neben Hornblende gar nicht; eben ſo wenig als Leucit: von welchem letzteren aber doch Hoffmann über dem Lago Averno (an der Straße nach Cumä) und ich am Abhange des Monte nuovo ‡) (im Herbſt 1822) einige Stücke geſammelt haben. Leucitophyr in loſen Stücken iſt häufiger in der Inſel Procida und dem daneben liegenden Scoglio di S. Martino."

Zweite Abtheilung. „Die Grundmaſſe enthält einzelne glaſige Feldſpath-Kryſtalle und eine Menge kleiner, ſchneeweißer Oligoklas-Kryſtalle. Die letzteren ſind oft regelmäßig mit dem glaſigen Feldſpath verwachſen und bilden eine Hülle um den Feldſpath: wie dies bei G. Roſe's Granitit (der Hauptmaſſe des Rieſen- und Iſer-Gebirges; Granite mit rothem Feldſpath, beſonders reich an Oligoklas und an Magneſia-Glimmer, aber ohne allen weißen Kali-Glimmer) ſo häufig iſt. Hornblende und Glimmer, und in einigen Abänderungen Augit treten zuweilen in geringer Menge hinzu. Hierher gehören die Trachyte vom Drachenfels und von der Perlenhardt im Siebengebirge ‖) bei Bonn, viele Abänderungen des Mont-Dore und Cantal; auch Trachyte von

*) S. Guſtav Roſe über den Granit des Rieſengebirges in Poggendorff's Annalen Bd. LVI. 1842 S. 617. Berzelius hatte den Oligoklas, ſein Natron Spodumen, nur auf einem Granitgange gefunden; in der eben citirten Abhandlung wurde zuerſt das Vorkommen als Gemengtheils des Granits (der Gebirgsart ſelbſt) ausgeſprochen. Guſtav Roſe beſtimmte hier den Oligoklas nach ſeinem ſpecifiſchen Gewichte, ſeinem in Vergleich mit Albit größeren Kalk-Gehalte, und ſeiner größeren Schmelzbarkeit. Dieſelb Menge, mit welcher er das ſpecifiſche Gewicht zu 2,682 gefunden hatte, wurde von Rammelsberg analyſirt (Handwörterbuch der Mineral. Suppl. I. S. 104, und G. Roſe über die zur Granitgruppe gehörenden Gebirgsarten in der Zeitſchrift der Deutſchen geol. Geſellſchaft Bd. I. 1849 S. 364).

†) Rozet sur les Volcans de l'Auvergne in den Mém. de la Soc. géologique de France 2ème Série T. I. P. I. 1844 p. 69.

‡) Fragmente von Leucitophyr, von mir am Monte nuovo geſammelt, ſind von Guſtav Roſe beſchrieben in Friedrich Hoffmann's geognoſtiſchen Beobachtungen 1839 S. 219. Ueber die Trachyte des Monte di Procida der Inſel deſſelben Namens und der Klippe S. Martino ſ. Roth, Monographie des Vesuvs 1857 S. 519—522 Tab. VIII. Der Trachyt der Inſel Iſchia enthält im Arſo oder Strom von Cremate (1301) glaſigen Feldſpath, braunen Glimmer, grünen Augit, Magneteiſen und Olivin (S. 528), keinen Leucit.

‖) Die geognoſtiſch-topographiſchen Verhältniſſe des Siebengebirges bei Bonn ſind mit verallgemeinerndem Scharfſinne und großer Genauigkeit entwickelt worden von meinem Freunde, dem Bergbauptmann H. von Dechen, im 9ten Jahrgange der Verhandlungen des naturhiſtoriſchen Vereines der preußiſchen Rheinlande und Weſtphalens 1852 S. 289—567. Alle bisher erſchienenen chemiſchen Analyſen der Trachyte des Siebengebirges ſind darin (S. 323—356) zuſammengeſtellt, wobei auch der Trachyte vom Drachenfels und Rolandseck gedacht wird, in denen außer den großen Sanidin-Kryſtallen ſich viele kleine kryſtalliniſche Theile in der Grundmaſſe unterſcheiden laſſen. „Dieſe Theile hat Dr. Bothe in dem Mitſcherlich'ſchen Laboratorium durch chemiſche Zerlegung für Oligoklas erkannt, ganz mit dem, von Berzelius aufgeführten Oligoklas von Dognvikszoll (bei Stockholm) übereinſtimmend." (Dechen S. 340—346). Die Wolkenburg und der Stenzelberg ſind ohne glaſigen Feldſpath (S. 357 und 363), und gehören nicht zur zweiten Abtheilung, ſondern zur dritten; ſie haben ein Toluca-Geſtein. Viele neue Anſichten enthält der Abſchnitt der geognoſtiſchen Beſchreibung des Siebengebirges, welcher von dem relativen Alter der

Kleinasien (welche wir der Thätigkeit des Reisenden Peter von Tschichatscheff verdanken), von Afium Karahissar (wegen Mohn-Cultur berühmt) und Mehammed-kjöe in Phrygien, von Kajadschyk und Donanlar in Mysien: in denen glasiger Feldspath mit vielem Oligoklas, etwas Hornblende und braunem Glimmer gemengt sind."

Dritte Abtheilung. „Die Grundmasse dieser diorit-artigen Trachyte enthält viele kleine Oligoklas-Krystalle mit schwarzer Hornblende und braunem Magnesia-Glimmer. Hierher gehören die Trachyte von Aegina*), dem Kozelniker Thal bei Schemnitz†), von Naghag in Siebenbürgen, von Montabaur im Herzogthum Nassau, vom Stenzelberg und von der Wolkenburg im Siebengebirge bei Bonn, vom Puy de Chaumont bei Clermont in Auvergne und von Liorant im Cantal; der Kasbegk im Caucasus, die mexicanischen Vulkane von Toluca‡) und Orizaba; der Vulkan von Puracé und, als Trachyte aber sehr ungewiß, die prächtigen Säulen von Pisoje‖) bei Popayan. Auch die Domite Leopolds von Buch gehören zu dieser dritten Abtheilung. In der weißen, feinkörnigen Grundmasse der Trachyte des Puy de Dôme liegen glasige Krystalle, die man stets für Feldspath gehalten hat, die aber auf der deutlichsten Spaltungsfläche immer gestreift, und Oligoklas sind; Hornblende und etwas Glimmer finden sich daneben. Nach den vulkanischen Gesteinen, welche die königliche Sammlung Herrn Möllhausen, dem Zeichner und Topographen der Exploring Expedition des Lieut. Whipple, verdankt, gehören auch zu der dritten Abtheilung, zu den diorit-artigen Toluca-Trachyten, die des Mount Taylor zwischen Santa Fé del Nuevo Mexico und Albuquerque, wie die von Cieneguilla am westlichen Abfall der Rocky Mountains: wo nach den schönen Beobachtungen von Jules Marcou schwarze Lavaströme sich über die Jura-Formation ergießen." Dieselben Gemenge von Oligoklas und Hornblende, die ich im aztekischen Hochlande, im eigentlichen

---

Trachyt- und Basalt-Conglomerate handelt (S. 405—461). „Zu den seltneren Trachytgängen in den Trachyt-Conglomeraten, welche beweisen, daß nach der Ablagerung des Conglomerats die Trachytbildung noch fortgedauert hat (S. 413), gesellen sich häufige Basaltgänge (S. 416). Die Basaltbildung reicht bestimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmasse des Basalts ist hier jünger als der Trachyt. Dagegen ist nur ein Theil dieses Basalts, nicht aller Basalt (S. 323), jünger als die große Masse des Braunkohlen-Gebirges. Die beiden Bildungen: Basalt und Braunkohlen-Gebirge greifen im Siebengebirge wie an so vielen anderen Orten in einander, und sind in ihrer Gesammtheit als gleichzeitig zu betrachten." Wo sehr kleine Quarzkrystalle als Seltenheit in den Trachyten des Siebengebirges, wie (nach Nöggerath und Bischof) im Drachenfels und im Rhöndorfer Thale, auftreten, erfüllen sie Höhlungen und scheinen spätere Bildung (S. 361 und 370); vielleicht durch Verwitterung des Sanidins entstanden. Am Chimborazo habe ich ein einziges Mal ähnliche, aber sehr dünne Quarz-Ablagerungen an den Wänden der Höhlungen einiger ziegelrother, sehr poröser Trachytmassen in etwa 16000 Fuß Höhe gesehen (Humboldt, Gisement des Roches 1823 p. 336). Diese, in meinem Reisejournal mehrmals erwähnte Stücke liegen nicht in den Berliner Sammlungen. Auch Verwitterung von Oligoklas oder der ganzen Grundmasse des Gesteins kann solche Spuren freier Kieselsäure hergeben. Einige Punkte des Siebengebirges verdienen noch neue und anhaltende Untersuchung. Der höchste Gipfel, die Löwenburg, als Basalt aufgeführt, scheint nach der Analyse von Bischof und Kjerulf ein dolerit-artiges Gestein zu sein (H. v. Dechen S. 383, 386 und 393). Das Gestein der Kleinen Rosenau, das man bisweilen Sanidophyr genannt hat, gehört nach G. Rose zur ersten Abtheilung seiner Trachyte, und steht manchen Trachyten der Ponza-Inseln sehr nahe. Der Trachyt vom Drachenfels, mit großen Krystallen von glasigem Feldspath, soll nach Abich's, leider noch nicht veröff.ntlichten Beobachtungen am ähnlichsten sein dem, 8000 F. hohe Dsyndserly-dagh, welcher, nördlich vom Großen Ararat, aus einer von devonischen Bildungen unterteuften Nummuliten-Formation aufsteigt.

*) Wegen der großen Nähe des Caps Perdica der Insel Aegina an die braunrothen, altberühmten Trözen-Trachyte (Kosmos 4. Buch S. 756) der Halbinsel Methana und wegen der Schwefelquellen von Bromolimni ist es wahrscheinlich, daß die Trachyte von Methana wie die der Insel Kalauria bei dem Städtchen Poros zu derselben dritten Abtheilung von Gustav Rose (Oligoklas mit Hornblende und Glimmer) gehören (Curtius, Peloponnesos Bd. II. S. 439 und 446 Tab. XIV).

†) S. die vortreffliche geologische Karte der Gegend von Schemnitz von dem Bergrath Johann von Petko 1852 und die Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. II. 1855 Abth. I. S. 3.

‡) Kosmos 4. Buch S. 845.

‖) Die basaltartigen Säulen von Pisoje, deren feldspathartigen Gemengtheil Francis zerlegt hat (Poggendorff's Annalen Bd. LII 1841 S. 471); nahe am Cauca-Ufer, in den Ebenen von Amolanga (unfern der Pueblos de Santa Barbara und Marmato); bestehen aus etwas verändertem Oligoklas in großen schönen Krystallen, und kleinen Krystallen von Hornblende. Diesem Gemenge sind nahe verwandt: der quarzhaltige Diorit-Porphyr von Marmato, den Degenhardt mitbrachte und in dem Abich den feldspathartigen Bestandtheil Andesin nannte; das quarzfreie Gestein von Cucurusave, nahe bei Marmato, aus der Sammlung von Boussingault (Charles Ste. Claire Deville, Etudes de Lithologie p. 29); das Gestein, welches ich 3 geogr. Meilen östlich vom Chimborazo unter den Trümmern von Alt-Riobamba anstehend fand (Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 161); und endlich das Gestein vom Esterel-Gebirge im Departement du Var (Elie de Beaumont, Explic. de la Carte géol. de France T. I. pag. 475).

Anahuac, aber nicht in den Cordilleren von Südamerika gesehen, finden sich auch weit westlich von den Rocky Mountains und von Zuni: beim Mohave river, einem Zufluß des rio Colorado. (S. Marcou, Résumé of a geological reconnaissance from the Arkansas to California, July 1854, p. 46—48; wie auch in zwei wichtigen französischen Abhandlungen: Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis 1855 p. 113—116 und Esquisse d'une Classification des Chaînes de montagnes de l'Amérique du Nord 1855: Sierra de S. Francisco et Mount-Taylor p. 23.) Unter den Trachyten von Java, welche ich der Freundschaft des Dr. Junghuhn verdanke, haben wir ebenfalls die der dritten Abtheilung erkannt, in drei vulkanischen Gegenden: denen von Burung-agung, Tjinas und Gunung Parang (District Batugangi).

Vierte Abtheilung: „Die Grundmasse enthält Augit mit Oligoklas: der Pic von Teneriffa*); die mexicanischen Vulkane Popocatepetl†) und Colima; die süd-

*) Der Feldspath in den Trachyten von Teneriffa ist zuerst 1842 von Charles Deville, der im Herbst jenes Jahres die canarischen Inseln besuchte, erkannt worden; s. dieses ausgezeichneten Geognosten Voyage géologique aux Antilles et aux Iles de Ténériffe et de Fogo 1848 p. 14, 74 und 169, und Analyse du feldspath de Ténériffe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XIX. 4844 p. 46. "Les travaux de Mrs. Gustave Rose et H. Abich," sagt er, "n'ont pas peu contribué, sous le double point de vue crystallographique et chimique, à répandre du jour sur les nombreuses variétés de minéraux qui étaient comprises sous la vague dénomination de feldspath. J'ai pu soumettre à l'analyse des cristaux *isolés avec soin* et dont la densité en divers échantillons était très uniformément 2,593, 2,594 et 2,586. C'est la première fois que le feldspath oligoclase a été indiqué dans les terrains volcaniques, à l'exception peut-être de quelques-unes des grandes masses de la Cordillère des Andes. Il n'avait été signalé, au moins d'une manière certaine, que dans les roches éruptives anciennes (plutoniques, granites, Syénites, Porphyres syénitiques ....); mais dans les trachytes du Pic de Ténériffe il joue un rôle analogue à celui du labrador dans les masses doléritiques de l'Etna." Vergl. auch Rammelsberg in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. V. 1853 S. 691, und das 4te Supplement seines Handwörterbuchs der chemischen Mineralogie S. 245.

†) Die erste Höhen-Bestimmung des großen Vulkans von Mexico, des Popocatepetl, ist, so viel ich weiß, die oben (Kosmos 4. Buch S. 657) erwähnte, von mir am 24. Januar 1804 im Llano de Tetimba ausgeführte trigonometrische Messung. Der Gipfel wurde 1536 Toisen hoch über dem Llano gefunden; und da dies barometrisch 1234 Toisen über der Küste von Veracruz liegt, so ergiebt sie als absolute Höhe des Vulkans 2770 Toisen oder 16620 Par. Fuß. Die meiner trigonometrischen Bestimmung folgenden barometrischen Messungen ließen vermuthen, daß der Vulkan noch höher sei, als ich ihn im Essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 148 und im Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. 1825 p. 185 angegeben. Wm. Glennie, der zuerst am 20. April 1827 an den Rand des Kraters gelangte, fand nach seiner eigenen Berechnung (Gazeta del Sol, publ. en Mexico, No. 1432) 17884 engl. Fuß = 2796 Toisen; nach einer Correction des um die amerikanische Hypsometrie so hochverdienten Oberbergraths Burkart, mit fast gleichzeitiger Barometer-Höhe in Veracruz verglichen, gar 16900 Par. Fuß. Eine barometrische Messung von Samuel Birbeck (10. November 1827), nach den Tafeln von Oltmanns berechnet, gab jedoch wiederum nur 16753 Par. Fuß; die Messung von Alexander Doignon (Gumprecht, Zeitschrift für Allg. Erdkunde Bd. IV. 1855 S. 390), fast zu höflich mit der trigonometrischen Messung von Tetimba übereinstimmend, 5403 Meter = 16632 Par. Fuß. Der kenntnißvolle jetzige preußische Gesandte in Washington, Herr von Gerolt, ist, begleitet vom Baron Gros (28. Mai 1833) ebenfalls auf dem Gipfel des Popocatepetl gewesen, und hat nach einer genauen barometrischen Messung die Roca del Fraile unterhalb des Kraters 15850 Par. Fuß über dem Meer gefunden. Mit den hier in chronologischer Ordnung angegebenen hypsometrischen Resultaten contrastirt sonderbar eine, wie es scheint, mit vieler Sorgfalt angestellte Barometer-Messung des Herrn Craveri, welche Petermann in seinen so gehaltvollen Mittheilungen über wichtige neue Erforschungen der Geographie 1856 (Heft X.) S. 358—361 bekannt gemacht hat. Der Reisende fand im September 1855 die Höhe des höchsten, d. i. nordwestlichen Kraterrandes, mit dem verglichen, was er für die mittlere Höhe des Luftdruckes in Puebla hielt, nur zu 5230 Metern = 16099 Par. Fuß: also 521 Par. Fuß (1/32 der ganzen gemessenen Höhe) weniger als ich bei der trigonometrischen Messung ein halbes Jahrhundert früher. Auch die Höhe der Stadt Mexico über dem Meere hält Craveri für 184 Par. F. geringer, als Burkart und ich sie zu sehr verschiedenen Zeiten gefunden haben; er schätzt sie (statt 2277 Meter = 1168 Toisen) nur zu 2217 Meter. Ich habe mich über diese Schwankungen in plus und minus um das Resultat meiner trigonometrischen Messung, der leider noch immer keine zweite gefolgt ist, in der vorbenannten Zeitschrift des Dr. Petermann S. 479—481 umständlicher erklärt. Die 453 Höhen-Bestimmungen, welche ich von Sept. 1799 bis Februar 1804 in Venezuela, an den waldigen Ufern des Orinoco, Rio de la Magdalena und Amazonenflusses, in den Cordilleren von Neu-Granada, Quito und Peru, und in der Tropengegend von Mexico gemacht habe; und welche alle, von neuem vom Prof. Oltmanns gleichmäßig nach der Formel von Laplace mit den Coefficienten von Ramond berechnet, in meinem Recueil d'Observ. astronomiques, barométrique et géologique 1810 publicirt worden sind (Recueil d'Observ. Astronomiques Vol. I. p. 295—334; wurden ohne Ausnahme mit Ramond'schen Gefäß-Barometern à niveau constant und keineswegs mit Apparaten, in welche man nach einander mehrere frisch gefüllte Torricelli'sche Röhren einsetzen kann, noch mit dem von mir selbst angegebenen, in Lamétherie's Journal de Physique T. IV. p. 468 beschriebenen und bloß in den Jahren 1796 und 1797 in Deutschland und Frankreich bisweilen gebrauchten Instrumente, gemacht. Ganz gleich construirten Ramond'schen tragbaren Gefäß-Barometer habe ich mich auf 1805 auf einer Reise durch Italien und die Schweiz mit Gay-Lussac zu unsrer beiderseitigen Befriedigung bedient. Die vortrefflichen Arbeiten des Clever Astronomen Julius Schmidt an den Kraterrändern des Vesuvs (Beschreibung der Eruption im Mai 1855 S. 114—116) bieten durch Vergleichung neue Mittel zu dieser Befriedigung dar. Da ich nie den Gipfel des Popocatepetl bestiegen habe, sondern ihn trigonometrisch maß, so ist kein Grund vorhanden zu dem wunderlichen

amerikaniſchen Vulkane Tolima (mit dem Paramo de Ruix), Puracé bei Popayan, Paſto und Cumbal (nach von Bouſſingault geſammelten Fragmenten), Rucu-Pichincha, Antiſana, Cotopaxi, Chimborazo*), Tunguragua; und Trachytfelſen, welche von den Ruinen von

Vorwurfe (Traveri in Petermann's geogr. Mittheilungen Heft X. S. 359): „die von mir dem Berge zugeſchriebene Höhe ſei darum ungenügend, weil ich mich, wie ich ſelbſt berichte, der Aufſtellung friſch gefüllter Torricelli'ſcher Röhren bedient hätte." Der Apparat mit mehreren Röhren iſt gar nicht in freier Luft zu gebrauchen, am wenigſten auf dem Gipfel eines Berges. Er gehört zu den Mitteln, die man bei den Bequemlichkeiten, welche Städte darbieten, in langen Zwiſchenzeiten anwenden kann, wenn man über den Zuſtand ſeiner Barometer unruhig wird. Ich habe dieſes Beruhigungsmittel nur in ſehr ſeltenen Fällen angewandt, würde es aber auch jetzt noch den Reiſenden neben der Vergleichung mit dem Siedepunkte eben ſo warm empfehlen als in meinen Observ. Astron. (Vol I. p. 363—373): "Comme il vaut mieux ne pas observer du tout que de faire de mauvaises observations, on doit moins craindre de briser le baromètre que de le voir dérangé. Comme nous avons, Mr. Bonpland et moi, traversé quatre fois les Cordillères des Andes, les mesures qui nous intéressoient le plus, ont été répétées à différentes reprises: on est retourné aux endroits qui paroissoient douteux. On s'est servi de temps en temps de *l'appareil de Mutis*, dans lequel on fait l'expérience primitive de Torricelli, en appliquant successivement trois ou quatre tubes fortement chauffés, remplis de mercure récemment bouilli dans un creuset de grès. Lorsqu'on est sûr de ne pas pouvoir remplacer les tubes, il est poutêtre prudent de ne pas faire bouillir le mercure dans ces tubes mêmes. C'est ainsi que j'ai trouvé dans des expériences faites conjointement avec Mr. Lindner, professeur de chimie à l'école des mines du Mexique, la hauteur de la colonne de mercure à Mexico, dans six tubes, de

259,7 lignes (ancien pied de Paris)
259,5
259,9
259,9
260,0
259,9

Les deux derniers tubes seuls avoient été purgés d'air au feu, par Mr. Bellardoni, ingénieur d'instrumens à Mexico. Comme l'exactitude de l'expérience dépend en partie de la propreté intérieure des tubes vides, si faciles à transporter, il est utile de les fermer hermétiquement à la lampe." Da in Gebirgsgegenden die Höhenwinkel nicht vom Meeresufer aus unternommen werden können, und die trigonometriſchen Meſſungen gemiſchter Natur und zu einem beträchtlichen Theile (oft zu ½ oder 1/27 der ganzen Höhe) barometriſch ſind; ſo iſt die Höhen-Beſtimmung der Hochebene, in welcher die Standlinie (base) gemeſſen wurde, von großer Wichtigkeit. Weil correſpondirende Barometer-Beobachtungen am Meere ſelten oder meiſt nur in allzu großer Entfernung erlangt werden, ſo ſind Reiſende nur zu oft geneigt, was ſie aus Beobachtungen weniger Tage geſchloſſen, die zu verſchiedenen Jahreszeiten von ihnen angeſtellt wurden, für die mittlere Höhe des Luftdruckes der Hochebene und an dem Meeresufer zu halten. "Dans la question de savoir, si une mesure faite au moyen du baromètre peut atteindre l'éxactitude des opérations trigonométriques, il ne s'agit que d'examiner, si dans un cas donné les deux genres de mesures ont été faites dans des circonstances également favorables, c'est-à-dire en remplissant les conditions que la théorie et une longue expérience ont prescrites. Le géomètre redoute le jeu de réfractions terrestres, le physicien doit craindre la distributions si inégale et peu simultanée de la température dans la colonne d'air aux extrémités de laquelle se trouvent placés les deux baromètres. Il est assez probable que près de la surface de la terre le décroissement du calorique est plus lent qu'a de plus grandes élévations; et pour connoître avec précision la densité moyenne de toute la colonne d'air, il faudroit, en s'élévant dans un ballon, pouvoir examiner la température de chaque tranche ou couche d'air superposée." (Humboldt, Recueil d'Observ. Astron. Vol. I. p. 138 und S. 371 in der Abhandlung über die Refraction und die Barometer-Meſſungen.) Wenn die barometriſche Meſſung der Herren Truqui und Traveri dem Gipfel des Popocatepetl nur 16100 Par. Fuß giebt, dagegen Glennie 16780 Fuß, ſo ſtimmt dagegen die neu bekannt gemachte eines Reiſenden, welcher die Umgegend von Mexico wie die Landſchaften Yucatan und Chiapa durchforſcht hat, des Gymnaſial-Profeſſors Carl Heller zu Olmütz, bis auf 30 Fuß mit der meinigen überein. (Vergl. meinen Aufſatz über die Höhe des mexicaniſchen Vulkans Popocatepetl in Dr. Petermann's Mittheilungen aus Juſtus Perthes geographiſcher Anſtalt 1856 S. 479—481.)

*) Bei dem Chimborazo-Geſtein iſt es nicht möglich, wie das Aetna-Geſtein es geſtattet, die feldſpathartigen Kryſtalle aus der Grundmaſſe, worin ſie liegen, mechaniſch zu ſondern; aber der verhältnißmäßig hohe Gehalt von Kieſelſäure, verbunden mit dem damit in Zuſammenhang ſtehenden, geringeren ſpecifiſchen Gewichte des Geſteins, laſſen erkennen, daß der feldſpathartige Gemengtheil Oligoklas ſei. Kieſelſäure-Gehalt und ſpecifiſches Gewicht ſtehen meiſt in umgekehrtem Verhältniß; der erſtere iſt bei Oligoklas und Labrador 64 und 53 p. C., während das letztere 2,66 und 2,71 iſt. Anorthit hat bei nur 44 p. C. Kieſelſäure-Gehalts das große ſpecifiſche Gewicht von 2,76. Dieſes umgekehrte Verhältniß zwiſchen Kieſelſäure-Gehalt und ſpecifiſchem Gewichte trifft, wie Guſtav Roſe bemerkt, bei den feldſpathartigen Mineralien, die auch iſomorph ſind, bei verſchiedener Kryſtallform, nicht ein. So haben z. B. Feldſpath und Leucit dieſelben Beſtandtheile; Kali, Thonerde und Kieſelſäure; der Feldſpath aber 65 und der Leucit nur 56 p. C. Kieſelſäure: und erſterer hat doch ein höheres ſpecifiſches Gewicht (nämlich 2,56) als letzterer, deſſen ſpecifiſches Gewicht nur 2,48 beträgt.

Da ich im Frühjahr 1854 eine neue Analyſe des Trachyts vom Chimborazo erwünſchte, ſo hatte Prof. Rammelsberg die Freundſchaft ſie mit der ihm eigenen Genauigkeit vorzunehmen. Ich laſſe hier die Reſultate dieſer Arbeit folgen, wie ſie mir von Guſtav Roſe in einem Briefe im Monat Juni 1854 mitgetheilt wurden: „Das Chimborazo-Geſtein, das der Prof. Rammelsberg einer ſorgfältigen Analyſe unterworfen hat, war aus einem Stück Ihrer Sammlung abgeſchlagen, das Sie von dem ſchmalen Felskamm auf der Höhe von 2986 Toiſen über dem Meere mitgebracht."

Analyſe von Rammelsberg

(Höhe 17916 Par. Fuß, ſpec. Gewicht 2,806)

			Sauerſtoff	
Kieſelſäure	59,12		30,70	2,33
Thonerde	13,48		6,30	
Eiſen-Oxydul . . .	7,27	1,61		1
Kalkerde	6,50	1,85		
Talkerde	5,41	2,13	6,93	
Natron	3,46	0,89		
Kali	2,64	0,45		
	97,88			

Alt-Riobamba bedeckt sind. In dem Tunguragua kommen neben den Augiten auch vereinzelt schwärzlich grüne Uralit-Krystalle von ½ bis 5 Linien Länge vor, mit vollkommener Augit-Form und Spaltungsflächen der Hornblende (s. Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 353)." Ich habe von dem Abhange des Tunguragua in der Höhe von 12480 Fuß ein solches Stück mit deutlichen Uralit-Krystallen mitgebracht. Nach Gustav Rose's Meinung ist es auffallend verschieden von den sieben Trachyt-Fragmenten desselben Vulkans, die in meiner Sammlung liegen; und erinnert an die Formation des grünen Schiefers (schiefriger Augit-Porphyre), welche wir so verbreitet am asiatischen Abfall des Urals gefunden haben (a. a. O. S. 544).

Analyse von Abich

(Höhe 15180 Par. Fuß, spec. Gewicht 2,685)

		Sauerstoff	
Kieselsäure	65,09	33,81	2,68
Thonerde	15,58	7,27	
Eisen-Oxyd	3,83	1,16	
Eisen-Oxydul	1,73	0,39	
Kalkerde	2,61	0,73	1
Talkerde	4,10	1,58	
Natron	4,46	1,14	
Kali	1,99	0,33	
Glühverlust u. Chlor	0,41		
	99,80		

(Zur Erklärung dieser Zahlen ist zu bemerken: daß die erste Reihe die Bestandtheile in Procenten angiebt, die 2te und 3te den Sauerstoff-Gehalt derselben. Die 2te Spalte bezeichnet nur den Sauerstoff der stärkeren Oxyde (die 1 Atom Sauerstoffs enthalten). In der 3ten Reihe ist derselbe zusammengefaßt, um ihn mit dem der Thonerde (die ein schwaches Oxyd ist) und der Kieselsäure vergleichen zu können. Die 4te Spalte giebt das Verhältniß des Sauerstoffs der Kieselsäure zum Sauerstoff der sämmtlichen Basen: diesen = 1 gesetzt. Bei dem Trachyt des Chimborazo ist dieses Verhältniß = 2,33 : 1.)

„Die Unterschiede in den Analysen von Rammelsberg und Abich sind allerdings bedeutend. Beide analysirten Gesteine des Chimborazo aus 17916 und 15180 Pariser Fuß Höhe; sie sind von Ihnen abgeschlagen worden und stammen aus Ihrer geognostischen Sammlung im königlichen Mineralien-Cabinete zu Berlin her. Das Gestein aus der geringeren Höhe (kaum 375 Fuß höher als der Gipfel des Montblanc), welches Abich analysirt hat, hat ein geringeres specifisches Gewicht, und in Uebereinstimmung damit eine größere Menge Kieselsäure als das Gestein, welches Rammelsberg von einem 2736 Fuß höheren Punkte zerlegt hat. Nimmt man an, daß die Thonerde allein dem feldspathartigen Gemengtheile angehört, so kann man in der Rammelsberg'schen Analyse berechnen:

Oligoklas	58,66
Augit	34,14
Kieselsäure	4,08

Da also hier bei der Annahme von Oligoklas noch freie Kieselsäure übrig bleibt, so wird es wahrscheinlich, daß der feldspathartige Gemengtheil Oligoklas und nicht Labrador sei. Dieser kommt mit freier Kieselsäure nicht vor, und bei der Annahme von Labrador in dem Gestein würde ja noch mehr Kieselsäure übrig bleiben."

Eine sorgfältige Vergleichung vieler Analysen, welche ich der belehrenden Freundschaft des Herrn Charles Sainte-Claire Deville verdanke, dem die reichen geognostischen Sammlungen unseres gemeinschaftlichen Freundes Bouissingault zur chemischen Benutzung offen standen, beweist, daß der Gehalt an Kieselsäure in der Grundmasse des trachytischen Gesteins meist größer ist als in den Feldspathen, welche sie enthalten. Die Tabelle, die mir mit großem Wohlwollen von dem Verfasser selbst mitgetheilt worden ist (im Monat Juni 1857), enthält allein fünf der großen Vulkane der Andeskette:

Namen der Vulkane	Structur und Farbe der Masse	Kieselsäure in der ganzen Masse	Kieselsäure im Feldspath allein
Chimborazo	bald verglast, bräunlich grau	65,09 Abich	58,66
	bald glasig und schwarz	63,19 Deville	
	krystallinisch dicht grau	62,66 Deville	
Antisana	grau-schwarz	64,26 Abich	58,26
	.....	63,23 Abich	
Cotopaxi	glasig und bräunlich	69,28 Abich	
	körnig	67,98 Abich	
Pichincha	schwarz, glasig	67,07 Abich	
Puracé	fast deutellen-grün	60,80 Deville	55,89
Guadeloupe	grau, körnig und zöllig	57,95 Deville	54,25
Bourbon	krystallinisch grau, porös	50,90 Deville	49,68

"Ces différences, quant à la richesse en silice entre la pâte et le feldspath," setzt Chas. Deville hinzu, "paraîtront plus frappantes encore, si l'on fait attention qu'en analysant une roche en masse, on analyse, avec la pâte proprement dite, non seulement des fragments de feldspath semblables à ceux que l'on en a extraits, mais encore des minéraux qui, comme l'amphibole, la pyroxène et surtout le péridot, sont moins riches en silece que le feldspath. Cet excès de silice se manifeste *quelquefois* par des grains isolés de quarz, comme Mr. Abich les a signalés dans les trachytes du Drachenfels (*Siebengebirge* de Bonn), et comme moi-même j'ai eu l'occasion de les observer avec quelque étonnement dans le dolérite trachitique de la Guadeloupe."

„Setzt man," sagt Gustav Rose, „der merkwürdigen Tabelle des Kieselsäure-Gehalts des Chimborazo noch das Resultat der neuesten Analyse, der von Rammelsberg (Mai 1854) hinzu, so steht das Deville'sche Resultat gerade in der Mitte zwischen denen von Abich und Rammelsberg. Wir erhalten

Chimborazo-Gestein

Kieselsäure 65,09 Abich (spec. Gewicht 2,685)
63,19 Deville
62,66 derselbe
59,12 Rammelsberg (spec. Gew. 2,896)"

In der zu San Francisco in Californien erscheinenden Zeitung l'Echo du Pacifique vom 5. Januar 1857 wird von einem französischen Reisenden, Herrn Jules Remy, berichtet, daß es ihm in Begleitung des Engländers Herrn Brenckley geglückt sei am 3. November 1856 den Gipfel des Chimborazo zu ersteigen: „zwar in Nebel gehüllt und ohne es selbst während der Ersteigung zu merken (sans nous en douter)". Er beobachtete nämlich den Siedepunkt des Wassers zu 77°,5 Cent. bei + 1°,7 Luft-Temperatur; als er hieraus „nach einer auf wiederholten Reisen im Hawaii-Archipel erprobten hypsometrischen Regel die von ihm erreichte Höhe berechnete, ward er von dem erhaltenen Resultate überrascht. Er fand nämlich, daß er 6543 Meter hoch gewesen war:" also in einer Höhe, die nur 40 Fuß abweicht von der Höhe (6530 Meter), welche meine trigonometrische Messung bei Riocamba nuevo in der Hochebene von Tapia im Juni 1803 für den Gipfel des

Fünfte Abtheilung. „Ein Gemenge von **Labrador** *) und **Augit** †), ein dolerit-artiger Trachyt: Aetna, Stromboli; und, nach den vortrefflichen Arbeiten über die Trachyte der Antillen von Charles Sainte-Claire Deville: die Soufrière de la Guadeloupe, wie auf Bourbon die 3 großen Cirques, welche den Pic de Salazu umgeben."

Sechste Abtheilung. „Eine oft graue Grundmasse, in der Krystalle von **Leucit** und **Augit** mit sehr wenig Olivin liegen: Vesuv und Somma; auch die ausgebrannten Vulkane Vultur, Rocca Monfina, das Albaner Gebirge und Borghetto. In der älteren Masse (z. B. in dem Gemäuer und den Pflastersteinen von Pompeji) sind die Leucit-Krystalle von beträchtlicher Größe und häufiger als der Augit. Dagegen sind in den jetzigen Laven die Augite vorherrschend und im ganzen Leucite sehr selten. Der Lavastrom vom 22. April 1845 hat sie jedoch in Menge dargeboten. ‡) Fragmente von Trachyten der **ersten Abtheilung**, glasigen Feldspath enthaltend, (Leopolds von Buch **eigentliche Trachyte**) finden sich eingebacken in den Tuffen des Monte Somma; auch einzeln unter der Bimsstein-Schicht, welche Pompeji bedeckt. Die Leucitophyr-Trachyte der

---

Chimborazo ergeben hatte. Diese Uebereinstimmung einer trigonometrischen Messung des Gipfels mit einer auf den Siedepunkt gegründeten wäre um so wunderbarer, als meine trigonometrische Messung, wie bei allen Bergmessungen in den Cordilleren, einen barometrischen Theil involvirt, und durch Mangel correspondirender Beobachtungen am Meeresufer der Südsee meine barometrische Bestimmung der Höhe des Llano de Tapia (2891 Meter oder 8899 Par. Fuß) nicht alle erwünschte Genauigkeit haben kann. (Ueber das Detail meiner trigonometrischen Messung s. mein Recueil d'Observ. Astron. Vol. I. p. LXXII und LXXIV). Professor Poggendorff hat sich freundschaftlichst der Mühe unterzogen zu prüfen, welches Resultat unter den wahrscheinlichsten Voraussetzungen eine rationellere Berechnungsweise geben würde. Er hat gefunden, daß unter den beiden Hypothesen berechnet: daß am Meere die Luft-Temperatur 27°,5 C. oder 26°,5 C. geherrscht habe und der Barometerstand 760mm,0 auf den Gefrierpunkt reducirt gewesen sei, man nach Regnault's Tafel folgendes Resultat erhalte: der Siedepunkt 77°,5 C. auf dem Gipfel entspricht einem Barometerstand von 324mm,39 bei 0° Temperatur, die Luft-Temperatur war + 1°,5 C.: wofür hier 1°,5 genommen sein mag. Nach diesen Daten geben Oltmanns's Tafeln für die gesuchte erstiegene Höhe, in der ersten Hypothese (27°,5 C.) — 7328m,2 und in der zweiten (26°,5 C.) — 7314m,5; also im Mittel 777m oder 2100 Pariser Fuß mehr als meine trigonometrische Messung. Wenn nach dieser der Versuch des Siedepunkts hätte übereinstimmen sollen, so hätte man, wäre wirklich der Gipfel des Chimborazo erstiegen worden, den Siedepunkt um 2°,20 C. höher finden müssen. (**Poggendorff's** Annalen Bd. 100. 1857 S. 479.)

*) Daß die Trachyt-Gesteine des Aetna Labrador enthalten, davon überzeugte ich mich [illegible] [illegible]

†) [illegible]

im Val del Bove, wie den weißen und röthlichen Trachyten, welche das Fundament des Aetna in der Serra Giannicola bilden. Dort werden schwarze Hornblende und hell-lauchgrüne Augite neben einander gefunden. Die neueren Lavaströme schon von 1669 an (besonders von 1787, 1809, 1811, 1819, 1832, 1838 und 1842) zeigen Augite, aber nicht Hornblende. Diese scheint unter einer langsameren Abkühlung zu entstehen." (**Waltershausen** über die vulkanischen Gesteine von Sicilien und Island 1853 S. 111—114.) In den augithaltigen Trachyten der vierten Abtheilung in der Andeskette habe ich, neben den häufigen Augiten, theils gar keine, theils, wie am Cotopaxi (auf einer Höhe von 13200 Fuß) und am Rucu-Pichincha bei 14300 Fuß, sparsam, deutliche schwarze Hornblende-Krystalle gefunden.

‡) Vergl. Pilla in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XX. 1845 p. 324. In den Leucit-Krystallen der Rocca Monfina hat Pilla die Oberfläche mit Warzen [illegible] bedeckt gefunden; und auf eine **unterirdische** vulkanische Bildung deutet [illegible]

[illegible]

ſechſten Abtheilung ſind ſorgfältig von den Trachyten der erſten Abtheilung zu trennen, obgleich auch in dem weſtlichſten Theile der phlegräiſchen Felder und auf der Inſel Procita Leucite vorkommen: wie ſchon früher erwähnt worden iſt."

Der ſcharfſinnige Urheber der hier eingeſchalteten Claſſification der Vulkane nach Aſſociation der einfachen Mineralien, welche ſie uns zeigen, vermeint keineswegs die Gruppirung deſſen erſchöpft zu haben, was die in wiſſenſchaftlich geologiſchem und chemiſchem Sinne im ganzen noch ſo überaus unvollkommen durchforſchte Erdfläche darbieten kann. Veränderungen in der Benennung der aſſociirten Mineralien, wie Vermehrung der Trachyt-Formationen ſelbſt ſind zu erwarten auf zwei Wegen: durch fortſchreitende Ausbildung der Mineralogie ſelbſt (in genauerer ſpecifiſcher Unterſcheidung gleichzeitig nach Form und chemiſcher Zuſammenſetzung), wie durch Vermehrung des meiſt noch ſo unvollſtändig und ſo unzweckmäßig Geſammelten. Hier wie überall, wo das Geſetzliche in kosmiſchen Betrachtungen nur durch vielumfaſſenden Vergleich des Einzelnen erkannt werden kann, muß man von dem Grundſatz ausgehen: daß alles, was wir nach dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften zu wiſſen glauben, ein ärmlicher Theil von dem iſt, was das nächſtfolgende Jahrhundert bringen wird. Die Mittel, dieſen Gewinn früh zu erlangen, liegen vervielfältigt da; es fehlt aber noch ſehr in der bisherigen Erforſchung des trachytiſchen Theils der gehobenen, geſenkten oder durch Spaltung geöffneten, überſeeiſchen Erdfläche an der Anwendung gründlich erſchöpfender Methoden.

Aehnlich in Form, in Conſtruction der Gerüſte und geotektoniſchen Verhältniſſen: haben oft ſehr nahe ſtehende Vulkane nach der Zuſammenſetzung und Aſſociation ihrer Mineralien-Aggregate einen ſehr verſchiedenen individuellen Charakter. Auf der großen Queerſpalte, welche von Meer zu Meer faſt ganz von Weſt nach Oſt eine von Südoſt nach Nordweſt gerichtete Gebirgskette, oder beſſer geſagt ununterbrochene Gebirgs-Anſchwellung durchſchneidet, folgen ſich die Vulkane alſo: Colima (11262 Par. Fuß), Jorullo 4002 Fuß), Toluca (14232 Fuß), Popocatepetl (16632 Fuß) und Orizaba (16776 Fuß). Die einander am nächſten ſtehenden ſind ungleich in der charakteriſirenden Zuſammenſetzung; Gleichartigkeit der Trachyte zeigt ſich alternirend. Colima und Popocatepetl beſtehen aus Oligoklas mit Augit und haben alſo Chimborazo- oder Teneriffa-Trachyt; Toluca und Orizaba beſtehen aus Oligoklas mit Hornblende und haben alſo Aegina- und Kezelmik-Geſtein. Der neu entſtandene Vulkan von Jorullo, faſt nur ein großer Ausbruch-Hügel, beſteht beinahe allein aus baſalt- und pechſteinartigen, meiſt ſchlackigen Laven, und ſcheint dem Toluca-Trachyt näher als dem Trachyt des Colima.

In dieſen Betrachtungen über die individuelle Verſchiedenheit der mineralogiſchen Conſtitution nahe gelegener Vulkane liegt zugleich der Tadel des unheilbringenden Verſuchs ausgeſprochen einen Namen für eine Trachyt-Art einzuführen, welcher von einer über 180 geographiſche Meilen langen, großentheils vulkaniſchen Gebirgskette hergenommen iſt. Der Name Jura-Kalkſtein, den ich zuerſt eingeführt habe *), iſt ohne Nachtheil, da er von einer einfachen, ungemengten Gebirgsart entlehnt iſt: von einer Gebirgskette, deren Alter durch Auflagerung organiſcher Einſchlüſſe charakteriſirt iſt; es würde auch unſchädlich ſein, Trachyt-Formationen nach einzelnen Bergen zu benennen: ſich der Ausdrücke

*) Ich hatte mich auf einer geognoſtiſchen Reiſe, die ich 1795 durch das ſüdliche Franken, die weſtliche Schweiz und Ober-Italien machte, davon überzeugt, daß der Jura-Kalkſtein, welchen Werner zu ſeinem Muſchelkalk rechnete, eine eigne Formation bildete. In meiner Schrift über die unterirdiſchen Gasarten, welche mein Bruder Wilhelm von Humboldt 1799 während meines Aufenthalts in Südamerika herausgab, wird der Formation, die ich vorläufig mit dem Namen Jura-Kalkſtein bezeichnete, zuerſt (S. 39) gedacht. Dieſe Aufſtellung der neuen Formation ging ſogleich in des Oberbergraths Karſten damals vielgeleſene mineralogiſche Tabellen (1800 S. 64 und Vorrede S. VII.) über. Ich nannte keine von den Verſteinerungen, welche die Jura-Formation charakteriſiren und um die Leopld von Buch (1839) ſich unvergeßliche Verdienſte erworben hat; irrte auch in dem Alter, das ich der Jura-Formation zuſchrieb: da ich wegen der Nähe der Alpen, die man älter als Zechſtein glaubte, ſie für älter als Muſchelkalk hielt. In den früheſten Tabellen Buckland's über die Superposition of Strata in the British Islands wird Jura Limestone of Humboldt zu Upper Oolite gerechnet. Vergl. mein Essai géogn. sur le Gisement des Roches 1823 p. 281.

Teneriffa- oder Aetna-Trachyte für bestimmte Oligoklas- oder Labrador-Formationen zu bedienen. So lange man geneigt war, unter den sehr verschiedenen Feldspath-Arten, welche den Trachyten der Andeskette eigen sind, überall Albit zu erkennen; wurde jedes Gestein, in dem man Albit vermuthete, Andesit genannt. Ich finde den Namen der Gebirgsart, mit der festen Bestimmung: „Andesit werde durch vorwaltenden Albit und wenig Hornblende gebildet", zuerst in der wichtigen Abhandlung meines Freundes Leopold von Buch vom Anfang des Jahres 1835 über Erhebungscratere und Vulcane.*) Diese Neigung überall Albit zu sehen, hat sich fünf

*) Der Name Andesit kommt zuerst gedruckt vor in der am 26. März 1835 in der Berliner Akademie gelesenen Abhandlung Leopolds von Buch. Da dieser große Geognost die Benennung Trachyt auf den Gehalt von glasigem Feldspath beschränkt, so sagt er in seiner im März 1835 gelesenen, aber erst 1836 gedruckten akademischen Abhandlung (Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 188—190): „Die Entdeckungen von Gustav Rose über den Feldspath haben über die Vulkane und die ganze Geognosie ein neues Licht verbreitet, und die Gebirgsarten der Vulkane haben dadurch eine neue, ganz unerwartete Ansicht gewonnen. Nach vielen sorgfältigen Untersuchungen in der Gegend von Catanea und am Aetna haben wir, Elie de Beaumont und ich, uns überzeugt, daß Feldspath durchaus gar nicht am Aetna vorkomme, somit auch gar kein Trachyt. Alle Lavaströme so wie alle Schichten im Inneren des Berges bestehen aus einem Gemenge von Augit und Labrador. Ein anderer wichtiger Unterschied in der Gebirgsart der Vulkane offenbart sich, wenn die Stelle des Feldspath's Albit vertritt; es entsteht dann eine neue Gebirgsart, welche nicht mehr Trachyt genannt werden darf. Nach G. Rose's (dermaligen) Untersuchungen kann man ziemlich bestimmt versichern, daß kein einziger der fast zahllosen Vulkane der Andes aus Trachyt besteht, sondern daß alle in der sie bildenden Masse Albit enthalten. Eine solche Behauptung scheint sehr kühn; allein sie verliert diesen Schein, wenn wir bedenken, daß wir schon allein durch die Humboldt'sche Reise fast die Hälfte dieser Vulkane und ihre Producte in den beiden Hemisphären kennen gelernt haben. Durch Meyen kennen wir diese albitreiche Gebirgsart in Bolivia und dem nördlichen Chili, durch Pöppig bis zu der südlichsten Grenze desselben Landes, durch Erman in den Vulkanen von Kamtschatka. Ein so weit verbreitetes und so ausgezeichnetes Vorkommen scheint hinreichend den Namen des Andesits zu rechtfertigen, unter welchem diese, aus vorwaltendem Albit und wenig Hornblende gemengte Gebirgsart schon einigemal aufgeführt worden ist." Fast zu derselben Zeit, in den Zusätzen, mit denen er 1836 die französische Ausgabe seines Werkes über die canarischen Inseln so ansehnlich bereicherte, geht Leopold von Buch noch mehr in das Einzelne ein. Die Vulkane Pichincha, Cotopari, Tungurahua, Chimborazo sollen alle aus Andesit bestehen: dagegen die mexicanischen Vulkane wahre (sanidinhaltige) Trachyte genannt werden! (Description physiques des Iles Canaries 1836 p. 486, 487, 490 und 515.) Die oben gegebene lithologische Classification der mexicanischen und Andes-Vulkane zeigt, daß von einer solchen Gleichmäßigkeit mineralogischer Constitution und der Möglichkeit einer allgemeinen, von einem großen Erdstrich hergenommenen Benennung wissenschaftlich keine Rede sein kann. Ein Jahr später, als Leop. von Buch zuerst in Poggendorff's Annalen des viel Verwirrung erregenden Namens Andesit Erwähnung that, habe auch ich das Unrecht begangen, mich desselben zweimal zu bedienen: einmal 1836 in der Beschreibung meines Versuches, den Chimborazo zu besteigen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 204 und 205 (wiederum abgedruckt in meinen Kleineren Schriften Bd I. S. 160 und 161); das zweite Mal 1837 in der Abhandlung über das Hochland von Quito (in Poggend. Ann. Bd. XL. S. 165). „Die neueste Zeit hat gelehrt", sagte ich, indem ich mich schon damals der Behauptung meines vieljährigen Freundes von einer gleichartigen Constitution aller Andes-Vulkane streng widersetzte, „daß die verschiedenen Zonen nicht immer dieselbe (mineralogische) Zusammensetzung, dieselben Gemengtheile darbieten. Es sind bald eigentliche Trachyte, welche der glasige Feldspath charakterisirt, wie am Pic von Teneriffa und im Siebengebirge bei Bonn, wo sich etwas Albit dem Feldspath beigesellt: Feldspath-Trachyte, die als thätige Vulkane häufig Obsidian und Bimsstein erzeugen; bald sind es Melaphyre und dolerit-artige Gemenge von Labrador und Augit, der Basalt-Formation näher stehend: wie am Aetna, Stromboli und Chimborazo; bald ist Albit mit Hornblende vorherrschend, wie in den neuerlich so genannten Andesiten von Chili und den prächtigen, als Diorit-Porphyr beschriebenen Säulen von Pisoje bei Popayan, am Fuß des Vulkans von Puracé oder im mexicanischen Vulkan von Jorullo; bald sind es endlich Leucitophyre, Gemenge von Leucit und Augit: wie in der Somma, der alten Wand des Erhebungs-Kraters des Vesuvs." Durch eine zufällige Mißdeutung dieser Stelle, welche viele Spuren von dem damaligen unvollkommenen Zustande des Wissens an sich trägt (statt Oligoklas wird dem Pic von Teneriffa noch Feldspath, dem Chimborazo noch Labrador, dem Vulkan von Toluca noch Albit zugewiesen), hat der geistreiche Forscher Abich, Chemiker und Geognost zugleich, (Poggend. Ann. Bd. LI. 1840 S. 523) irrigerweise mir selbst die Erfindung des Namens Andesit als einer trachytischen, weitverbreiteten, albitreichen Gebirgsart zugeschrieben; und einer von ihm zuerst analysirten, noch etwas räthselhaften, neuen Feldspath-Art hat er, „mit Berücksichtigung der Gebirgsart (von Marmato bei Popayen), in der sie zuerst erkannt wurde", Andesin genannt. Der Andesin (Pseudo-Albit aus dem Andesit) soll zwischen Labrador und Oligoklas in der Mitte stehn: bei 15° R. Temperatur: ist sein specifisches Gewicht 2,733; das des Andesits, in welchem der Andesin vorkam, ist 3,593. Gustav Rose bezweifelt, wie später Charles Deville (Etudes de Lithologie p. 30), die Selbstständigkeit des Andesins, da sie nur auf einer einmaligen Analyse Abich's beruht, und weil die von Francis (Poggend. Bd. LII. 1841 S. 472) in dem Labroatorium von Heinrich Rose ausgeführte Analyse des feldspathartigen Gemengtheils in dem von mir aus Südamerika mitgebrachten schönen Diorit-Porphyr von Pisoje bei Popayan mit dem von Abich analysirten Andesin von Marmato zwar große Aehnlichkeit andeutet, aber doch anders zusammengesetzt ist. Noch viel unsicherer ist der sogenannte Andesin aus dem Syenit der Vogesen (von dem Ballon de Servance und von Coravillers, den Delesse zerlegt hat). Vergl. G. Rose in der schon oben citirten Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. I. für das Jahr 1849 S. 369. Es ist nicht unwichtig, hier darauf aufmerksam zu machen, daß der Name Andesin, von Abich als der eines einfachen Minerals aufgeführt, zuerst in dessen reichhaltiger Abhandlung: Beitrag zur Kenntniß des Feldspaths erscheint (in Poggend. Ann. Bd. L. S. 125 und 341, Bd. LI. S. 519); also im

bis ſechs Jahre erhalten, bis man bei unpartheiiſch erneuerten und gründlicheren Unterſuchungen die trachytiſchen Albite als Oligoklaſe erkannte.*) Guſtav Roſe iſt zu dem Reſultate gelangt, überhaupt zu bezweifeln, daß Albit in den Gebirgsarten als ein wirklicher, weſentlicher Gemengtheil vorkomme; danach würde zufolge der älteren Anſicht vom Andeſit dieſer in der Andeskette ſelbſt fehlen.

Die mineralogiſche Beſchaffenheit der Trachyte wird auf unvollkommnere Weiſe erkannt, wenn die porphyrartig eingewachſenen Kryſtalle aus der Grundmaſſe nicht abgeſondert, nicht einzeln unterſucht und gemeſſen werden können: und man zu den numeriſchen Verhältniſſen der Erdarten, Alkalien und Metall-Oxyde, welche das Reſultat der Analyſe ergiebt, wie zu dem ſpecifiſchen Gewichte der zu analyſirenden, ſcheinbar amorphen Maſſe ſeine Zuflucht nehmen muß. Auf eine überzeugendere und mehr ſichere Weiſe ergiebt ſich das Reſultat, wenn die Grundmaſſe ſowohl als die Haupt-Elemente des Gemenges einzeln, oryctognoſtiſch und chemiſch, unterſucht werden können. Letzteres iſt z. B. der Fall bei den Trachyten des Pics von Teneriffa und denen des Aetna. Die Vorausſetzung, daß die Grundmaſſe aus denſelben kleinen, ununterſcheidbaren Beſtandtheilen beſtehe, welche wir in den großen Kryſtallen erkennen, ſcheint keineswegs feſt begründet zu ſein, weil, wie wir ſchon oben geſehen, in Charles Deville's ſcharfſinniger Arbeit die amorph ſcheinende Grundmaſſe meiſt mehr Kieſelſäure darbietet, als man nach der Gattung des Feldſpaths und der anderen ſichtbaren Gemengtheile erwarten ſollte. Bei den Leucitophyren zeigt ſich, wie Guſtav Roſe bemerkt, ſelbſt in dem ſpecifiſchen Unterſchiede der vorwaltenden Alkalien (der eingewobenen kalihaltigen Leucite) und der, faſt nur natronhaltigen Grundmaſſe ein auffallender Contraſt. †)

Jahre 1840, wenigſtens fünf Jahre nach der Benennung der Gebirgsart Andeſit; und keinesweges umgekehrt älter iſt als der der Gebirgsart, wie bisweilen irrig behauptet wird. In den Formationen von Chili, welche Darwin ſo oft albitreichen andesitic granite und andesitic porphyre nennt (Geological observations on South America 1846 p. 174), mögen auch wohl Oligoklaſe enthalten ſein. Guſtav Roſe, deſſen Abhandlung über die Nomenclatur der mit dem Grunſteine und Grünſteinporphyr verwandten Gebirgsarten (in Poggendorff's Annalen Bd. XXXIV S. 1—30) in demſelben Jahre 1835 erſchien, in welchem Leopold von Buch den Namen Andeſit gebrauchte, hat ſich weder in der eben genannten Abhandlung noch je ſpäter dieſes Namens bedient: deſſen Definition nach der jetzt erkannten Natur der Gemengtheile nicht Albit mit Hornblende, ſondern in den Cordilleren von Südamerika Oligoklas mit Augit heißen müßte. Die nun ſchon veraltete Mythe des Andeſits, welche ich hier nur zu umſtändlich behandelt habe, lehrt auf's neue, wie viele andere Beiſpiele aus der Entwicklungsgeſchichte unſeres phyſikaliſchen Wiſſens, daß irrige oder nicht genugſam begründete Behauptungen (z. B. der Hang Varietäten als Arten aufzuzählen) den beſchreibenden Wiſſenſchaften oft dadurch förderlich werden, daß ſie zu genauere Beobachtungen anregen.

*) Schon 1840 beſchrieb Abich (über die Natur und die Zuſammenſetzung der Vulkan-Bildungen S. 46) Oligoklas-Trachyte aus dem Gipfel-Geſtein des Kasbegk und einem Theile des Ararats; auch 1835 äußerte Guſtav Roſe mit Vorſicht (Poggend. Ann. Bd. 34. S. 30), „daß er bis dahin bei ſeinen Beſtimmungen nicht auf den Oligoklas und Periklin Rückſicht genommen habe, die doch wahrſcheinlich ebenfalls als Gemengtheil vorkommen." Der ehemals viel verbreitete Glaube, daß ein beſtimmtes Vorherrſchen des Augits oder der Hornblende auch auf eine beſtimmte Species aus der Feldſpath-Reihe: auf glaſigen Orthoklas (Sanidin), auf Labrador oder Oligoklas, ſchließen laſſe; ſcheint ſehr erſchüttert durch Vergleichung der des Chimborazo- und Toluca-Geſteins, von Trachyten der 4ten und 3ten Abtheilung. In der Baſalt-Formation kommen oft Hornblende und Augit gleich häufig vor: das iſt keineswegs der Fall bei den Trachyten: aber ſehr vereinzelt habe ich Augit-Kryſtalle in Toluca-Geſtein; einige Hornblende-Kryſtalle in Theilen des Chimborazo-, Pichincha-, Puraſé- und Teneriffa-Geſteins gefunden. Olivine, die ſo überall in den Baſalten fehlen, ſind in Trachyten eben ſo eine große Seltenheit, als ſie es in den Phonolithen ſind: und doch ſehen wir bisweilen in einzelnen Lavaſtrömen ſich Olivine neben Augiten in Menge bilden. Glimmer iſt im ganzen ſehr ungewöhnlich im Baſalt: und doch enthalten einzelne Baſaltkuppen des, von Reuß, Freiesleben und mir zuerſt beſchriebenen, böhmiſchen Mittelgebirges ſie in Menge. Die ungewöhnliche Vereinzelung gewiſſer Mineralkörper und die Gründe ihrer geſellſchaftlichen ſpecifiſchen Geſelligkeit hangen wahrſcheinlich von vielen noch nicht ergründeten Urſachen des Drucks, der Temperatur, der Dünnflüſſigkeit, der Schnelligkeit der Erkaltung zugleich ab. Die ſpecifiſchen Unterſchiede der Aſſociation ſind aber in den gemengten Gebirgsarten wie in den Gangmaſſen von großer Wichtigkeit: und in geognoſtiſchen Beſchreibungen, welche in der freien Natur, im Angeſicht des Gegenſtandes, haben entworfen werden können, muß man nicht verwechſeln: was ein vorherrſchendes oder wenigſtens ein ſehr ſtetes Glied des, was ein ſich nur ſparſam wie zufällig zeigendes Glied der Aſſociation iſt. Die Verſchiedenheit, die in den Elementen eines Gemenges, z. B. in den Trachyten, herrſcht, wiederholt ſich, wie ich bereits oben erinnert habe, auch in den Gebirgsarten ſelbſt. Es giebt in beiden Continenten große Länder, in denen Trachyt- und Baſalt-Formationen ſich gleichſam abſtoßen, wo Baſalte und Phonolithe; andere Länder, in welchen Trachyt- und Baſalte in beträchtlicher Nähe mit einander abwechſeln. (Vergl. Guſtav Jenzſch, Monographie der böhmiſchen Phonolithe 1836 S. 1—7.)

†) Vergl. Biſchof, chemiſche und phyſikaliſche Geologie 2. B. 1851 S. 2288 verglichen mit 2297: Roth, Monographie des Veſuvs 1857 S. 305.

Aber neben dieſen Aſſociationen von Augit mit Oligoklas, Augit mit Labrador, Hornblende mit Oligoklas, welche in der von uns angenommenen Claſſification der Trachyte aufgeführt worden ſind und dieſe beſonders charakteriſiren, finden ſich in jedem Vulkane noch andere, leicht erkennbare, unweſentliche Gemengtheile, deren Frequenz oder ſtete Abweſenheit in verſchiedenen, oft ſehr nahen Vulkanen auffallend iſt. Ein häufiges oder durch lange Zeitepochen getrenntes Auftreten hängt in einer und derſelben Werkſtatt wahrſcheinlich von mannigfaltigen Bedingungen der Tiefe des Urſprungs der Stoffe, der Temperatur, des Drucks, der Leicht- und Dünnflüſſigkeit, des ſchnelleren oder langſameren Erkaltens ab. Die ſpecifiſche Aſſociation oder der Mangel gewiſſer Gemengtheile ſteht gewiſſen Theorien, z. B. über die Entſtehung des Bimsſteines aus glaſigem Feldſpath oder aus Obſidian, entgegen. Dieſe Betrachtungen, welche gar nicht der neueren Zeit allein angehören, ſondern ſchon am Ende des 18ten Jahrhunderts durch Vergleichung der Trachyte von Ungarn und von Teneriffa angeregt waren, haben mich, wie meine Tagebücher bezeugen, in Mexico und den Cordilleren der Andes mehrere Jahre lang lebhaft beſchäftigt. Bei den neueren, unverkennbaren Fortſchritten der Lythologie haben die unvollkommneren Beſtimmungen der Mineral-Species, die ich während der Reiſe machte, durch Guſtav Roſe's jahrelang fortgeſetzte oryctognoſtiſche Bearbeitung meiner Sammlungen verbeſſert und gründlich geſichert werden können.

Glimmer.

Sehr häufig iſt ſchwarzer oder dunkelgrüner Magneſia-Glimmer in den Trachyten des Cotopaxi, in der Höhe von 2263 Toiſen zwiſchen Sunniguaicu und Quelendana, wie auch in den unterirdiſchen Bimsſtein-Lagern von Guapulo und Zumbalica am Fuß des Cotopaxi*), doch 4 deutſche Meilen von demſelben entfernt. Auch die Trachyte des Vulkans von Toluca ſind reich an Magneſia-Glimmer, der am Chimborazo fehlt. †) In unſerem Continent haben ſich Glimmer häufig gezeigt: am Veſuv (z. B. in den Ausbrüchen von 1821—1823 nach Monticelli und Covelli); in der Eifel in den alt-vulkaniſchen Bomben des Lacher Sees ‡); im Baſalt von Meronitz, des mergelreichen Kaufawer-Berges und vorzüglich der Gamayer Kuppe ||) des böhmiſchen Mittelgebirges; ſeltener im Phonolith §), wie im Dolerit des Kaiſerſtuhles bei Freiburg. Merkwürdig iſt, daß nicht blos in den Trachyten und Laven beider Continente kein weißer (meiſt zwei-achſiger) Kali-Glimmer, ſondern nur dunkel gefärbter (meiſt ein-achſiger) Magneſia-Glimmer erzeugt wird; und daß dieſes ausſchließliche Vorkommen des Magneſia-Glimmers ſich auf viele andere Eruptions- und plutoniſche Geſteine: Baſalt, Phonolithe, Syenit, Syenit-Schiefer, ja ſelbſt auf Granitite erſtreckt: während der eigentliche Granit gleichzeitig weißen Kali-Glimmer und ſchwarzen oder braunen Magneſia-Glimmer enthält.¶)

Glaſiger Feldſpath.

Dieſe Feldſpath-Gattung, welche eine ſo wichtige Rolle in der Thätigkeit europäiſcher Vulkane ſpielt: in den Trachyten erſter und zweiter Abtheilung (z. B. auf Iſchia, in den

*) Kosmos 4. B. S. 814.

†) Es iſt die Erinnerung wohl faſt überflüſſig, daß der Ausdruck fehlen nur andeutet, daß bei der Durchforſchung eines, freilich nicht unbeträchtlichen Theiles von Vulkanen großen Umfangs eine Mineral-Species vergeblich geſucht worden iſt. Ich unterſcheide zwiſchen fehlen (nicht gefunden ſein), ſehr ſeltener Einmengung, und häufiger, aber doch nicht normal charakteriſirender.

‡) Carl von Oeynhauſen, Erkl. der geogn. Karte des Lacher Sees 1847 S. 38.

||) S. bergmänniſches Journal von Köhler und Hofmann, 5ter Jahrgang 1. Bd. (1792) S. 244, 251 und 265. Glimmerreicher Baſalt, wie an der Gamayer Kuppe im böhmiſchen Mittelgebirge, iſt eine Seltenheit. Ich habe dieſen Theil des böhmiſchen Mittelgebirges im Sommer 1792 gemeinſchaftlich mit Carl Freiesleben, meinem nachmaligen ſchweizer Reiſebegleiter, der einen ſo weſentlichen Einfluß auf meine geognoſtiſche und bergmänniſche Ausbildung gehabt hat, beſucht. Biſchof bezweifelt jede Entſtehung des Glimmers auf pyrogenem Wege, und hält ihn für ein Umwandlungs-Product auf naſſem Wege; ſ. ſein Lehrbuch der chemiſchen und phyſikal. Geologie Bd. II. S. 1423 und 1439.

§) Jenzſch, Beiträge zur Kenntniß der Phonolithe in der Zeitſchrift der Deutſchen geologiſchen Geſellſchaft Bd. VIII. 1856 S. 36.

¶) Guſtav Roſe über die zur Granitgruppe gehörigen Gebirgsarten in derſelben Zeitſchrift 1. B. 1849 S. 359.

phlegräiſchen Feldern oder dem Siebengebirge bei Bonn); fehlt in dem Neuen Continent, in den Trachyten thätiger Vulkane, wahrſcheinlich ganz: was um ſo auffallender iſt, als Sanidin (glaſiger Feldſpath) weſentlich den ſilberreichen, quarzloſen mexicaniſchen Porphyren von Moran, Pachuca, Villalpando und Acaguiſotla angehört, von denen die erſteren mit den Obſidianen vom Jacal zuſammenhangen. *)

Hornblende und Augit.

Bei der Charakteriſtik von 6 verſchiedenen Abtheilungen der Trachyte iſt ſchon bemerkt worden, wie dieſelben Mineral-Species, welche (z. B. Hornblende in der 3ten Abtheilung oder dem Toluca-Geſtein) als weſentliche Gemengtheile auftreten, in anderen Abtheilungen (z. B. in der 4ten und 5ten Abtheilung, im Pichincha- und Aetna-Geſtein) vereinzelt oder ſporadiſch erſcheinen. Hornblende habe ich, wenn auch nicht häufig, in den Trachyten der Vulkane von Cotopaxi, Rucu-Pichincha, Tungurahua und Antiſana neben Augit und Oligoklas; aber faſt gar nicht neben den beiden eben genannten Mineralien am Abhange des Chimborazo bis über 18000 Fuß Höhe gefunden. Unter den vielen vom Chimborazo mitgebrachten Stücken iſt Hornblende nur in zweien und in geringer Menge erkannt. Bei den Ausbrüchen des Veſuvs in den Jahren 1822 und 1850 haben ſich Augite und Hornblend-Kryſtalle (dieſe bis zu einer Länge von faſt 9 Pariſer Linien) durch Dampf-Exhalationen auf Spalten gleichzeitig gebildet. †) Am Aetna gehört, wie Sartorius von Waltershauſen bemerkt, die Hornblende vorzugsweiſe den älteren Laven zu. Da das merkwürdige, im weſtlichen Aſien und an mehreren Punkten von Europa weit verbreitete Mineral, welches Guſtav Roſe Uralit genannt hat, durch Structur und Kryſtallform mit der Hornblende und dem Augit nahe verwandt iſt ‡); ſo mache ich gern hier von neuem auf das erſte Vorkommen von Uralit-Kryſtallen im Neuen Continent aufmerkſam; es wurden dieſelben von Roſe in einem Trachytſtück erkannt, das ich am Abhange des Tungurahua 3000 Pariſer Fuß unter dem Gipfel abgeſchlagen habe.

Leucit.

Leucite, welche in Europa dem Veſuv, der Rocca Monfina, dem Albaner Gebirge bei Rom, dem Kaiſerſtuhl im Breisgau, der Eifel (in der weſtlichen Umgebung des Laacher

*) Die Porphyre von Moran, Real del Monte und Regla (letztere berühmt durch den ungeheuren Silberreichthum der Veta Biscayna, und die Nähe der Obſidiane und Perlſteine des Cerro del Jacal und Meſſerberges, Cerro de las Navajas) ſind, wie faſt alle metallreiche Porphyre von Amerika, ganz quarzfrei (über dieſe Erſcheinungen und ganz analoge in Ungarn ſ. Humboldt, (Essai géognostique sur le Gisement des Roches p. 179—188 und 190—193); aber die Porphyre von Acaguiſotla, auf dem Wege von Acapulco nach Chilpanzingo, wie die von Villalpando nördlich von Guanaruato, welche von goldführenden Gängen durchſetzt werden, enthalten neben dem Sanidin auch Körner von bräunlichem Quarze. — Da am Cerro de las Navajas und in dem baſalt- und perlſteinreichen Valle de Santiago, das man durchſtreicht, um von Valladolid nach dem Vulkan von Jorullo zu gelangen, die kleinen Einſchlüſſe von Obſidian-Körnern und glaſigem Feldſpath in den vulkaniſchen Gebirgsarten im ganzen ſelten ſind; ſo war ich um ſo mehr verwundert, als ich zwiſchen Capula und Pazcuaro, vorzüglich bei Puriſapundaro, alle Ameiſenhaufen mit ſchön glänzenden Körnern von Obſidian und Sanidin erfüllt fand. Es war im Monat September 1803 (Nivellement barométr. p. 327 No. 366 und Essai géognost. sur le Gisement des Roches p. 356). Ich war verwundert, wie ſo kleine Inſecten ſolche Mineral-Species aus weiter Ferne forttragen konnten. Mit lebhafter Freude habe ich geſehen, daß ein raſtloſer Forſcher, Herr Jules Macou, etwas ganz ähnliches aufgefunden hat. „Il existe", ſagt dieſer, „sur les hauts plateaux des Montagnes Rocheuses, sur tout aux environs du fort Defiance (à l'ouest du Mont Taylor), une espèce de fourmis qui, au lieu de se servir de fragments de bois et de débris de végétaux pour élever son édifice, n'emploie que de petites pierres de la grosseur d'un grain de maïs. Son instinct la porte à choisir les fragmens de pierres le plus brillants; aussi la fourmilière est-elle souvent remplie de grenats transparents magnifiques et de grains de quarz très limpides." (Jules Marcou, Résumé explicatif d'une Carte géogn. des Etats Unis 1855 p. 3.)

In den jetzigen Veſuv-Laven iſt glaſiger Feldſpath ſehr ſelten; nicht ſo in den alten Laven, z. B. in denen des Ausbruchs von 1631, neben Leucit-Kryſtallen. Sehr häufig iſt auch Sanidin zu finden im Arſo-Strom von Cremate auf Iſchia vom Jahr 1301, ohne allen Leucit: nicht mit dem älteren, von Strabo beſchriebenen (bei Montagnone und Rotaro) zu verwechſeln (Kosmos 4tes Buch S. 775.) So wenig glaſiger Feldſpath in den Trachyten des Cotopaxi oder anderer Vulkane der Cordilleren überhaupt zu finden iſt, eben ſo wenig erſcheint er in den unterirdiſchen Bimsſtein-Brüchen am Fuß des Cotopaxi. Was man dem ehemals als Sanidin beſchrieben hat, ſind Kryſtalle von Oligoklas.

†) Roth, Monographie des Veſuvs S. 267 und 321.

‡) S. oben S. 877; Roſe, Reiſe nach dem Ural Bd. II. S. 369; Biſchof, chem. und phyſik. Geologie Bd. II. S. 528—571.

Sees in Blöcken, nicht im anſtehenden Geſtein wie am Burgberge bei Nieden) ausſchließlich angehören, ſind bisher noch nirgends in vulkaniſchen Gebirgen des Neuen und dem aſiatiſchen Theile des Alten Continents aufgefunden worden. Daß ſie ſich oft um einen Augit-Kryſtall bilden, hat ſchon Leopold von Buch im Jahr 1798 aufgefunden und in einer vortrefflichen Abhandlung *) beſchrieben. Der Augit-Kryſtall, um welchen nach der Bemerkung dieſes großen Geologen der Leucit ſich bildet, fehlt ſelten, ſcheint mir aber bisweilen durch einen kleinen Kern oder Brocken von Trachyt erſetzt zu ſein. Die ungleichen Grade der Schmelzbarkeit zwiſchen den Kernen und der umgebenden Leucit-Maſſe ſetzen der Erklärung der Bildungsweiſe in der Umhüllung einige chemiſche Schwierigkeiten entgegen. Leucite waren theils loſe nach Scacchi, theils mit Lava gemengt in neuen Ausbrüchen des Veſuvs von 1822, 1828, 1832, 1845 und 1847 überaus häufig.

Olivin.

Da Olivin in den alten Laven des Veſuvs †) (beſonders in den Leucitophyren der Somma); in dem Arſo von Iſchia, dem Ausbruch von 1301, gemengt mit glaſigem Feldſpath, braunem Glimmer, grünem Augit und Magneteiſen; in den Lavaſtröme entſendenden Vulkanen der Eifel (z. B. im Moſenberge weſtlich von Manderſcheid ‡), und im ſüdöſtlichen Theile von Teneriffa in dem Lava-Ausbruch von Guimar im Jahre 1704, ſehr häufig iſt: ſo habe ich in den Trachyten der Vulkane von Mexico, Neu-Granada und Quito ſehr eifrig, aber vergebens danach geſucht. Unſere Berliner Sammlungen enthalten allein von den vier Vulkanen: Tungurahua, Antiſana, Chimborazo und Pichincha 68 Trachytſtücke, deren 48 von mir und 20 von Bouſſingault mitgebracht ſind. ‖) In den Baſalt-Formationen der Neuen Welt iſt Olivin neben Augit eben ſo häufig als in Europa; aber die ſchwarzen, baſaltartigen Trachyte vom Yana-Urcu bei Calpi am Fuß des Chimborazo §), ſo wie die räthſelhaften, welche man la reventazon del volcan de Ansango ¶) nennt, enthalten keinen Olivin. Nur in dem großen, braunſchwarzen Lavaſtrom mit krauſer, ſchlackiger, blumenkohlartig aufgeſchwollener Oberfläche, dem folgend, wir in den Krater des Vulkans von Jorullo gelangten, fanden wir kleine Olivinkörner eingewachſen. **) Die ſo allgemeine Seltenheit des Olivins in den neueren Laven und dem größten Theil der Trachyte erſcheint minder auffallend, wenn man ſich erinnert, daß, ſo weſentlich auch Olivin für die Baſaltmaſſe zu ſein ſcheint, doch (nach Krug von Nidda und Sartorius von

*) Gilbert's Annalen der Phyſik Bd. VI. 1800 S. 53; Biſchof, Geologie Bd. II. S. 2265—2303.

†) Die neueren Veſuv-Laven enthalten keinen Olivin, eben ſo wenig glaſigen Feldſpath; Roth, Mon. des Veſuvs S. 139. Der Lavaſtrom des Pic von Teneriffa von 1704, den Viera und Glas beſchrieben haben, iſt nach Leopold von Buch (Descr. des Iles Canaries p. 207) der einzige, welcher Olivin enthält. Die Behauptung aber, als ſei der Ausbruch von 1704 der erſte, welcher ſeit der Zeit der Eroberung (Conquista) der canariſchen Inſeln am Ende des 15. Jahrhunderts ſtatt gefunden habe, iſt von mir an einem anderen Orte (Ex critique de l'histoire de la Géographie T. III. p. 143 146) als irrig erwieſen worden. Columbus ſah auf ſeiner erſten Entdeckungsreiſe in den Nächten vom 21. bis 25. Auguſt, als er Dona Beatriz de Bobadilla auf der Gran Canaria aufſuchen wollte, den Feuerausbruch auf Teneriffa. Es heißt im Tagebuche des Admirals unter der Rubrik Jueves 9 de Agosto, welche Nachrichten bis 2. September enthält: "Vieron salir gran fuego de la Sierra de la Isla de Tenerife, que es muy alta en gran manera"; Navarete, Col. de los Viages de los Españoles T. I. p. 5. Die eben genannte Dame iſt nicht zu verwechſeln mit Dona Beatriz Henriquez aus Cordova: der unehelichen Mutter des gelehrten Don Fernando Colon, des Geſchichtsſchreibers des Vaters, deren Schwangerſchaft im Jahr 1488 ſo weſentlich dazu beitrug, den Columbus in Spanien zurückzuhalten, und zu veranlaſſen, daß die Neue Welt für Caſtilien und Leon (und nicht für Portugal, Frankreich oder England) entdeckt wurde. (Vergl. mein Examen critique T. III. p. und 367).

‡) Kosmos 4. Buch S. 757.

‖) Ein wichtiger Theil der während meiner amerikaniſchen Expedition geſammelten Gebirgsarten iſt das ſpaniſche Mineralien-Cabinet, an den König von Hetrurien, nach England und Frankreich geſandt worden. Ich erwähne nicht der geologiſchen und botaniſchen Sammlungen, die mein edler Freund und Mitarbeiter Bonpland beſitzt, mit dem zwiefach geheiligten Rechte des Selbſtſammelns und Selbſt-Entdeckens. Eine ſo weite Verbreitung des Geſammelten, welche durch ſehr genaue Angabe der Geburtsörter das Zuſammenhalten der Gruppen in geographiſcher Beziehung nicht ausſchließt, gewährt den Vortheil, daß ſie die vielſeitigſte und ſtrenge Beſtimmung der Mineral-Species erleichtert, deren weſentliche und habituelle Aſſociation die Gebirgsarten charakteriſirt.

§) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 139.

¶) A. a. O. S. 202 und Kosmos 4. Buch S. 809.

**) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 344. Auch im Tezontle (zelliger Lava oder baſaltiſchem Mandelſtein? — mexicaniſch tetzontli, d. h. Steinhaar: von tetl Stein und tzontli Haar) des cerro de Axusco in Mexico habe ich viel Olivin gefunden.

Waltershausen) in Island und im deutschen Rhöngebirge der olivinfreie Basalt von dem olivinreichen zu unterscheiden ist. Den ersteren ist man gewohnt von alter Zeit her Trapp und Wacke, seit neuerer Zeit Anemasit*) zu nennen. Olivin, bisweilen kopfgroß in den Basalten von Rentières in der Auvergne, erlangen auch in den Unkeler Steinbrüchen, welche der Gegenstand meiner ersten Jugendarbeiten gewesen sind, bis 6 Zoll Durchmesser. Der schöne, oft verschliffene Hypersthenfels von Elfdalen in Schweden, ein körniges Gemenge von Hypersthen und Labrador, das Berzelius als Syenit beschrieben hat, enthält auch Olivin†), wie (noch seltener) im Cantal der Phonolith des Pic de Griou. ‡) Wenn nach Stromeyer Nickel ein sehr constanter Begleiter des Olivins ist, so hat Rumler darin Arsenik entdeckt‖): ein Metall, das in der neuesten Zeit weit verbreitet in so vielen Mineralquellen und selbst im Meerwasser gefunden worden ist. Des Vorkommens der Olivine in Meteorsteinen §) und künstlichen, von Sefström untersuchten Schlacken ¶) habe ich schon früher gedacht.

Obsidian.

Schon als ich mich im Frühjahr und Sommer 1799 in Spanien zu der Reise nach den canarischen Inseln rüstete, herrschte bei den Mineralogen in Madrid: Hergen, Don José Clavijo und anderen, allgemein die Meinung von der alleinigen Bildung des Bimssteins aus Obsidian. Das Studium herrlicher geognostischer Sammlungen von dem Pic von Teneriffa wie die Vergleichung mit den Erscheinungen, welche Ungarn darbietet, hatten diese Meinung begründet: obgleich die letzteren damals meist nach den neptunistischen Ansichten aus der Freiberger Schule gedeutet vorgetragen worden waren. Die Zweifel über die große Einseitigkeit dieser Bildungs-Theorie, welche sehr früh meine eigenen Beobachtungen auf den canarischen Inseln, in den Cordilleren von Quito und in der Reihe mexicanischer Vulkane in mir erregten**), trieben mich an, meine ernsteste Aufmerksamkeit auf zwei Gruppen von Thatsachen zu richten: auf die Verschiedenartigkeit der Einschlüsse der Obsidiane und Bimssteine im allgemeinen, und auf die Häufigkeit der Association oder gänzliche Trennung derselben in wohl untersuchten, thätigen Vulkan-Gerüsten. Meine Tagebücher sind mit Angaben über diesen Gegenstand angefüllt; und die specifische Bestimmung der eingewachsenen Mineralien ist durch die vielfachsten und neuesten Untersuchungen meines, immer bereitwilligen und wohlwollenden Freundes (Gustav Rose) gesichert worden.

In Obsidian wie in Bimsstein kommen sowohl glasiger Feldspath als Oligoklas, oft beide zugleich vor. Als Beispiele sind anzuführen die mexicanischen Obsidiane, von dem Cerro de las Navajas am östlichen Abfall des Jacal von mir gesammelt; die von Chico mit vielen Glimmer-Krystallen; die von Zimapan im SSW der Hauptstadt Mexico, mit deutlichen kleinen Quarzkrystallen gemengt; die Bimssteine vom Rio Mayo (auf dem Gebirgswege von Popayan nach Pasto), wie vom ausgebrannten Vulkan von Sorata bei Popayan. Die unterirdischen Bimsstein-Brüche unfern Llactacunga††) enthalten vielen Glimmer, Oligoklas und, was in Bimsstein und Obsidian sehr selten ist, auch Hornblende; doch ist die letzte auch im Bimsstein des Vulkans von Arequipa gesehen worden. Gemeiner Feldspath (Orthoklas) kommt im Bimsstein nie neben dem Sanidin vor, eben so fehlen darin die Augite. Die Somma, nicht der Kegel des Vesuvs selbst, enthält Bims-

---

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island S. 64.

†) Berzelius 6ter Jahresbericht 1827 S. 392; Gustav Rose in Poggend. Annalen Bd. XXXIV. 1835 S. 14 (Kosmos I. Buch S. 139).

‡) Jenzsch, Phonolithe 1856 S. 37 und Senft in seiner wichtigen Classification der Felsarten 1857 S. 187. Auch in den Kalkblöcken der Somma kommt nach Scacchi Olivin neben Glimmer und Augit vor. Ich nenne diese merkwürdigen Massen ausgestoßene Blöcke, nicht Laven: welche letztere die Somma selbst nie selbst ergossen hat.

‖) Poggend. Annalen Bd. XLIX. 1840 S. 161 und Bd. LXXXIV. S. 302; Daubrée in den Ann. des Mines 4ème Série T. XIX. 1851 p. 669.

§) Kosmos 1. Buch S. 64 und 3. Buch S. 415.

¶) A. a. O. 1. Buch S. 140.

**) Humboldt, Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 156—165 (Ed. in 4°).

††) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 814.

ſtein, welcher erdige Maſſen kohlenſauren Kalkes einſchließt. Von derſelben merkwürdigen Abänderung eines kalkartigen Bimsſteins iſt Pompeji überſchüttet.*) Obſidiane in wirklichen lavaartigen Strömen ſind ſelten; ſie gehören faſt allein dem Pic von Teneriffa, Lipari und Volcano an.

Gehen wir nun zu der Aſſociation von Obſidian und Bimsſtein in einem und demſelben Vulkan über, ſo ergeben ſich folgende Thatſachen: Pichincha hat große Bimsſtein-Felder und keinen Obſidian. Der Chimborazo zeigt, wie der Aetna, deſſen Trachyte doch eine ganz andere Zuſammenſetzung haben (ſie enthalten Labrador ſtatt Oligoklas), weder Obſidian noch Bimsſtein; eben dieſen Mangel habe ich bei der Beſteigung des Tungurahua bemerkt. Der Vulkan Puracé bei Popayan hat viel Obſidian in ſeinen Trachyten eingemengt und nie Bimsſtein hervorgebracht. Ungeheure Flächen, aus denen der Ilinissa, Carguairazo und Altar aufſteigen, ſind mit Bimsſtein bedeckt. Die unterirdiſchen Bimsſtein-Brüche bei Llactacunga wie die von Huichapa ſüdöſtlich von Queretaro, wie die Bimsſtein-Anhäufungen am Rio Mayo †), die bei Tſchegem im Caucaſus ‡) und bei Tollo ‖) in Chile, fern von thätigen Vulkan-Gerüſten: ſcheinen mir zu den Ausbruch-Phänomenen in der vielfach geſpaltenen ebenen Erdfläche zu gehören. Auch ein andrer chileniſcher Vulkan, der von Antuco §), von welchem Pöppig eine, ſo wiſſenſchaftlich wichtige als ſprachlich anmuthige Beſchreibung gegeben hat, bringt wohl, wie der Veſuv, Aſche, klein geriebene Kapilli (Sand) hervor; aber keinen Bimsſtein, kein verglaſtes oder obſidianartiges Geſtein. Wir ſehen ohne Anweſenheit von Obſidian oder glaſigem Feldſpath bei ſehr verſchiedenartiger Zuſammenſetzung der Trachyte Bimsſtein entſtehen und nicht entſtehen. Bimsſtein, wie der geiſtreiche Darwin bemerkt, fehlt dazu ganz im Archipel der Galapagos. Wir haben ſchon an einem anderen Orte bemerkt, daß dem mächtigen Vulkan Mauna Loa in den Sandwich-Inſeln wie den einſt Lavaſtröme ergießenden Vulkanen der Eifel ¶) die Aſchenkegel fehlen. Obgleich die Inſel Java eine Reihe von mehr als 40 Vulkanen zählt, von denen an 23 jetzt thätig ſind, ſo hat Junghuhn doch nur zwei Punkte in dem Vulkan Gunung Guntur, unfern Bandong und dem großen Tengger-Gebirge **), auffinden können, wo Obſidian-Maſſen ſich gebildet haben. Es ſcheinen dieſelben nicht Veranlaſſung zur Bimsſtein-Bildung geworden zu ſein. Die Sandmeere (Daſar), welche auf 6500 Fuß mittlerer Meereshöhe liegen, ſind nicht mit Bimsſtein, ſondern mit einer Kapilli-Schicht bedeckt, die als obſidianartige, halb verglaſte Baſaltſtücke beſchrieben werden. Der, nie Bimsſtein ausſtoßende Veſuv-Kegel hat vom 24ſten bis 28ſten October 1822 eine 18 Zoll dicke Schicht ſandartiger Aſchen, zerriebener Trachyt-Kapilli gegeben, welche nie mit Bimsſtein verwechſelt worden iſt.

Die Höhlungen und Blaſenräume des Obſidians, in denen, wahrſcheinlich aus Dämpfen niedergeſchlagen, ſich, z. B. am mexicaniſchen Corro del Jacal, Olivin-Kryſtalle gebildet haben, enthalten in beiden Hemiſphären bisweilen eine andere Art von Einſchlüſſen, welche auf die Weiſe ihres Urſprungs und ihrer Bildung zu führen ſcheinen. Es liegen in den breiteren Theilen dieſer langgedehnten, meiſt ſehr regelmäßig parallelen Höhlungen Brocken halb zerſetzten, erdigen Trachyts. Verengt ſetzt ſich die Leere ſchweifartig fort, als hätte ſich durch vulkaniſche Wärme eine gasartige elaſtiſche Flüſſigkeit in der noch weichen Maſſe entwickelt. Dieſe Erſcheinung hatte beſonders im Jahr 1805, als Leopold von Buch,

*) Scacchi, Osservazioni critiche sulla maniera come fu sepellita l'antica Pompei 1843 p. 10; gegen die von Carmine Lippi aufgeſtellte, ſpäter von Tondi, Tenore, Pilla und Dufrénoy vertheidigte Anſicht, daß Pompeji und Herculanum nicht durch die direct von der Somma ausgeworfenen Kapilli und Aſchen, ſondern durch Waſſerſtrömungen verdeckt worden ſeien. Roth, Monogr. des Veſuvs 1857 S. 458 (Kosmos 4. Buch S. 860).

†) Nivellement barométr. in Humboldt, Obs. Astron. Vol. I. p. 305 No. 149.

‡) Kosmos 4. Buch S. 815.

‖) Ueber den Bimsſtein-Hügel von Tollo, der noch zwei Tagereiſen vom thätigen Vulkan Mayyu entfernt iſt, welcher ſelbſt nie einen Brocken ſolchen Bimsſteins ausgeworfen hat, ſ. Meyen, Reiſe um die Erde Th. I. S. 338 und 358.

§) Pöppig, Reiſe in Chile und Peru Bd. I. S. 426.

¶) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 840.

**) Franz Junghuhn, Java Bd. II. S. 383 und 592.

Gay-Lussac und ich die Thomson'sche Mineraliensammlung in Neapel besuchten, des Erste Aufmerksamkeit auf sich gezogen.*) Das Aufblähen der Obsidiane durch Feuer, welches schon im griechischen Alterthum der Beobachtung nicht entgangen war †), hat gewiß eine ähnliche Gas-Entwickelung zur Ursach. Obsidiane gehen nach Abich um so leichter durch Schmelzen in zellige, nicht parallel-faserige Bimssteine über, je ärmer sie an Kieselsäure und je reicher sie an Alkalien sind. Ob aber das Anschwellen allein der Verflüchtigung von Kali oder Chlor-Wasserstoff-Säure zuzuschreiben sei, bleibt nach Rammelsberg's Arbeiten ‡) sehr ungewiß. Scheinbar ähnliche Phänomene des Aufblähens mögen in obsidian- und sanidin-reichen Trachyten, in porösen Basalten und Mandelsteinen, im Pechstein, Turmalin und dem sich entfärbenden dunkelbraunen Feuerstein stoffartig sehr verschiedene Ursachen haben; und eine auf eigene, genaue Versuche gegründete, so lange und vergebens erwartete Forschung ausschließlich über die entweichenden gasartigen Flüssigkeiten würde zu einer unschätzbaren Erweiterung der chemischen Geologie der Vulkane führen, wenn zugleich auf die Einwirkung des Meerwassers in unterseeischen Bildungen und auf die Menge des gelohlten Wasserstoffs der beigemengten organischen Substanzen Rücksicht genommen würde.

Die Thatsachen, welche ich am Ende dieses Abschnittes zusammengestellt habe: die Aufzählung der Vulkane, welche Bimssteine ohne Obsidian, und bei vielem Obsidian keinen Bimsstein hervorbringen; die merkwürdige, nicht constante, aber sehr verschiedenartige Association des Obsidians und Bimssteins mit gewissen anderen Mineralien; haben mich früh schon, während des Aufenthalts in den Cordilleren von Quito, zu der Ueberzeugung geführt, daß die Bimsstein-Bildung Folge eines chemischen Processes ist, der in Trachyten sehr heterogener Zusammensetzung, ohne nothwendig vorhergehende Vermittelung des Obsidians (d. h. ohne Präexistenz desselben in großen Massen), verwirklicht werden kann. Die Bedingungen, unter denen ein solcher Proceß großartig gelingt, sind (ich wiederhole es hier!) vielleicht minder in der Stoff-Verschiedenheit des Materials als in der Gradation der Wärme, des durch die Tiefe bestimmten Druckes, der Dünnflüssigkeit und der Dauer der Erstarrung gegründet. Die denkwürdigen, wenn gleich seltenen Erscheinungen, welche die Isolirtheit riesenhaft großer unterirdischer Bimsstein-Brüche, fern von allen vulkanischen Gerüsten (Kegel- und Glockenbergen), darbietet, leiten mich zugleich zu der Vermuthung ||), daß ein nicht unbeträchtlicher, ja vielleicht dem Volum nach der größere Theil der vulkanischen Gebirgsarten nicht aus aufgestiegenen vulkanischen Gerüsten, sondern aus Spalten-Netzen der Erdoberfläche ausgebrochen ist und oft viele Quadratmeilen schichtenweise bedeckt hat. Zu diesen gehören wohl auch die alten Trappmassen der unter-silurischen Formation des südwestlichen Englands, durch deren genaue chronometrische Bestimmung mein edler Freund, Sir Roderick Murchison, unsere Kenntniß von der geologischen Construction des Erdkörpers auf eine so umfassende Weise erweitert und erhöht hat.

---

*) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1812—13 (Berlin 1816) S. 128.

†) Theophrastus de lapidibus § 14 und 15 (opera ed. Schneider T. I. 1818 p. 689, T. II. p. 426 und T. IV. p. 551) sagt dies vom „liparischen Stein (Λιπαραῖος)".

‡) Rammelsberg in Poggend. Annalen Bd. 80 1850 S. 464 und 4tes Suppl. zu seinem chemischen Handwörterbuche S. 169; vergl. auch Bischof, Geologie Bd. II. S. 2224, 2232 und 2280.

||) Kosmos 4. Buch S. 795, 807, 866—868, 811 bis 816 und 820. Ueber Einzelheiten in der geognostischen Verbreitung der Bimssteine und Obsidiane in der Trapezone des Neuen Continents vergl. Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. 346—347 und 344—347.

Fünftes Buch.

Fortsetzung der speciellen Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete tellurischer Erscheinungen.

Einleitung.

Das fünfte und letzte Buch des Kosmos, für welches ich diese Einleitung bestimme, beschließt die Darstellung der tellurischen Erscheinungen in ihrer reinsten Objectivität. Es bildet sammt dem 4ten Buche, als dessen Fortsetzung es zu betrachten ist, nach dem ursprünglichen Plan meines Werkes gewissermaßen ein abgerundetes Ganzes: das, was man gewöhnlich die physische Erdbeschreibung zu nennen pflegt. Es war lange mein Wunsch, dieses 5te Buch als eine zweite Abtheilung des 4ten und mit der ersten Abtheilung zugleich erscheinen zu lassen, als Gegenstück des alleinigen dritten, uranologischen Buches; aber die durch die Erfüllung dieses Wunsches verursachte noch unerfreulichere Verzögerung der Publication mußte als ein Hinderniß auftreten.

Wenn in dem astronomischen Bande die sich gegenseitig störenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper und (den Contact der in unserem Planetensysteme kreisenden Meteor-Asteroiden abgerechnet) für unsere Wahrnehmung nur die Thätigkeit gleichartiger Materien zu schildern ist; so offenbart dagegen der irdische Theil des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, den mächtigen und wundersam zusammengesetzten Einfluß specifischer Stoff-Verschiedenheit (Kosmos 3. B. S. 385 und 609). In dem hier berührten Unterschiede von Complication und relativer Fülle des zu behandelnden Materials liegt zum Theil die Ursach (ich wage nicht zu sagen die Rechtfertigung) des so überaus großen Zwischenraums in der Zeit des Erscheinens der einzelnen Bände. Der Hauptgrund wachsender Zögerung liegt aber in der Abnahme der Lebenskräfte eines fast neunzigjährigen Greises, wenn bei gleichbleibender nächtlicher Arbeitsamkeit weniger und mit minder heiterer Zuversicht gefördert werden kann. So sind seit der Zeit, welche ich in der Vorrede zum ersten Bande des Kosmos „den späten Abend eines vielbewegten Lebens" nannte, bereits mehr als zwölf Jahre verflossen.

Als Descartes an seinem Kosmos, le Traité du Monde, arbeitete, welcher die „ganze Welt der Erscheinungen (die himmlische Sphäre, wie alles, was er von der belebten und unbelebten Natur wußte)" umfassen sollte, brach er häufig in den Briefen an seinen Freund, den Pater Mersenne, die Baillet 1691 bekannt gemacht hat, in bittere Klagen aus über das langsame Fortschreiten seiner Arbeit und die große Schwierigkeit, so viele Gegenstände an einander zu reihen (Oeuvres do Descartes, publiées par Victor Cousin 1824, T. I. p. 101; Kosmos 3. B. S. 394). Wie viel bitterer würden die Klagen des so vielseitig, selbst anatomisch, unterrichteten Philosophen gewesen sein, wenn er die Mitte des

19ten Jahrhunderts, den faſt entmuthigenden Anblick der erweiterten Sphären reich erfüllter Himmels- und Erdräume hätte erleben können! Noch vor zehn Jahren lebte ich, wie mein Kosmos am Ende des zweiten Bandes (S. 383) es bezeugt, in der täuſchenden Hoffnung, die Haupt-Ergebniſſe ſpecieller Beobachtung, welche jetzt drei Bände füllen werden, in einen einzigen letzten Band vereinigen zu können. Es gelingt leichter, wenn man einige Anmuth der Form bewahren will, ein allgemeines Weltgemälde innerhalb vorerkannter Grenzen zu entwerfen als, in verſchiedenartige Gruppen vertheilt, die einzelnen Elemente zu beleuchten, auf welche man vorzugsweiſe zu einer beſtimmten Zeitepoche unſrer wiſſenſchaftlichen Erkenntniß die Reſultate gegründet glaubt.

Bei der Vollendung einer wenigſtens mit ausdauerndem Fleiße durchgeführten Arbeit iſt es dem Verfaſſer wohl erlaubt, noch einmal die Frage zu berühren: ob ſein Buch vom Kosmos dem urſprünglich vorgeſchriebenen Plane, ich möchte ſagen der Beſchränktheit treu geblieben iſt, welche ihm nach ſeiner individuellen Anſicht, nach ſeiner Kenntniß von dem bisherigen Zuſtande des errungenen Wiſſens rathſam ſchien. Ich habe in dem Buche erſtrebt: eine denkende Betrachtung der durch die Empire*) gegebenen Erſcheinungen, die Zuſammenſtellung des Entwicklungsfähigen zu einem Naturganzen. Die Verallgemeinerung der Anſichten von den Uebergängen der realen, ununterbrochen thätigen Naturproceſſe in einander (eines der herrlichſten Ergebniſſe unſeres Zeitalters!) führt zur Erforſchung von Geſetzen, da, wo ſie zu erkennen oder wenigſtens zu erahnden ſind. Klarheit und Lebendigkeit der Sprache in der objectiven Darſtellung der Erſcheinungen wie in dem Reflex der äußeren Natur auf das geiſtige Leben im Kosmos, auf die Gedanken- und die Gefühlswelt gehören zu den nothwendigen Bedingniſſen einer ſolchen, ich darf wohl ſagen noch nie ausgeführten Compoſition (Kosmos 2. B. S. 192—194 und 215—216; 3. B. S. 386—387). Die Aufzählung meiner Beſtrebungen giebt ihrem Weſen nach unvermeidlich Veranlaſſung, an die Beziehungen zu mahnen, in welchen das von mir Verſuchte zu den Wagniſſen einer metaphyſiſchen Naturwiſſenſchaft, zu dem ſteht, was tiefe Denker Naturphiloſophie im Gegenſatz der Philoſophie des Geiſtes nennen. Ich habe ſchon früher freimüthig und in Widerſpruch mit mehreren von mir hochgeachteten vaterländiſchen Freunden erklärt, daß, trotz meiner großen Neigung zu Verallgemeinerungen, mir die Aufſtellung einer rationellen Wiſſenſchaft der Natur (eine dergeſtalt ausgebildete Naturphiloſophie, daß ſie ihrem Verſprechen gemäß ein vernunftmäßiges Begreifen der Erſcheinungen des Weltalls ſei) ein bisher unerreichbares Unternehmen ſcheine. Wie vieles von der ſinnlichen Wahrnehmung erkanntes bleibt noch einer mathematiſchen Gedankenentwickelung fremd! Die ſcheinbar allen Geſetzen entzogene Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achſenſtellung und Bahn-Excentricität der Planeten und Satelliten; die Geſtaltung der Continente in Küſtenform und Boden-Erhöhung ſind wahrſcheinlich Reſultate ſehr ſpät eingetretener kosmiſcher Begebenheiten, wie das in unſeren Tagen (Dec. 1845) erfolgte Ereigniß der permanenten Theilung des Biela'ſchen Cometen (Kosmos 3. Buch S. 396 und 601—602). Dazu kennen wir bei weitem nicht alle Stoffe und alle Kräfte (Thätigkeiten) der Natur; und die Unbegrenztheit der Beobachtungsſphäre, welche durch neu-erfundene Mittel (Werk-

*) „Ariſtoteles," ſagt Brandis in ſeiner Geſchichte der Griechiſch-Römiſchen Philoſophie (Th. II. Abth. 2 S. 45), „iſt der entſchiedenſte Vertreter der Rechte der Erfahrung; er iſt zugleich Lord Bacon's Vorgänger und ſein an Tiefe und Umfang des Geiſtes ihm überlegener Gegner. Das Ausgehen vom Empiriſchen war ihm ein Bedürfniß, weil er überzeugt war, daß der menſchliche Geiſt die Welt des Wirklichen nicht aus dem Begriffe, ſondern nur vermittelſt des Begriffs zu erkennen vermöge: und zwar in dem Maaße, in welchem der letztere in ſeiner Wechſelbeziehung mit den Thatſachen der Erfahrung entwickelt werde." Auch Hegel nennt den Stagiriten als Naturphiloſophen einen vollen, zugleich aber auch einen denkenden Empiriker (Vorleſungen über die Geſchichte der Philoſophie, herausgegeben von Michelet, Bd. II. 1833 S. 248). Ueber den langen Kampf zwiſchen Realismus und Idealismus, die geſchichtlichen Phaſen der Erfahrungs-Philoſophie wie über die Entwicklungsſtufen des Empirismus im allgemeinen ſ. den geiſtreichen Kuno Fiſcher in ſeinem „Franz Baco von Verulam und das Zeitalter der Realphiloſophie" (1856) S. 283—338, vorzüglich S. 468—472.

zeuge) der Beobachtung täglich erweitert wird, ja die Unvollendbarkeit des Erkennens für jeden einzelnen Zeitpunkt der Speculation machen gewiſſermaßen die Aufgabe einer theoretiſchen Naturphiloſophie zu einer unbeſtimmten.

Naturbeſchreibung führt jetzt nur in einzelnen Gruppen der Erſcheinungen zu einer Natur-Erklärung*) Das emſigſte Beſtreben der Forſchung (ich wiederhole es hier) muß auf die Bedingungen gerichtet ſein, unter denen die realen Proceſſe in dem großen und verwickelten Gemeinweſen, welches wir Natur und Welt nennen, erfolgen; auf die Geſetze, die man in einzelnen Gruppen mit Gewißheit erkennt. Von den Geſetzen gelingt es aber nicht immer, zu den Urſachen ſelbſt aufzuſteigen. Das Erforſchen eines partiellen Cauſalzuſammenhanges und die allmälige Zunahme der Verallgemeinerungen in unſerer phyſiſchen Erkenntniß ſind für jetzt die höchſten Zwecke der kosmiſchen Arbeiten.

Schon in der helleniſchen Ideenwelt boten dem Scharfſinn des mächtigen Heraklits von Epheſus†), des Empedocles‡) und des Klazomeniers‖) ſpecifiſche Stoff-Verſchiedenheit und Stoffwechſel (Uebergang der Elemente in einander) unbezwingbare Probleme dar: wie zu unſerer Zeit die Stoff-Verſchiedenheit der zahlreichen ſogenannten einfachen Körper der Chemiker und die Allotropien der Kohle (mit Diamant und Graphit), des Phosphors und des Schwefels. Wenn ich die Unbeſtimmtheit und Schwierigkeit der Aufgabe einer theoretiſchen Naturphiloſophie lebhaft geſchildert habe, ſo bin ich doch weit entfernt, von dem Verſuche des einſtmaligen Gelingens

---

*) Im ſtrengeren Sinne der Worte und in größerer Verallgemeinerung der Begriffe iſt „Weltbeſchreibung die Geſchichte der Natur und der Menſchheit Die Welt-Erklärung iſt die Wiſſenſchaft, welche erkennt, was die Geſchichte berichtet.“ (Franz Baco von Verulam, a. a. O. S. 165.)

†) In den Heraklitiſchen Naturproceſſen beſtand das Werden in einem beſtändigen Umſchlagen in das ſtricte Gegentheil; „des Feuers Tod iſt der Luft Geburt“: denn Untergang iſt nur die Umwandlung der untergehenden Dinge in das Gegentheil eines jeden. Wie im organiſchen Körper, ſo herrſcht ein beſtändiger Umwandlungs-Proceß im Weltall. Leben und Sterben waren dem Epheſer identiſche Naturproceſſe, ja das Leben ein Proceß des immerwährenden Sterbens: ein Ausſpruch, der mich an den des Dante im Purgatorio (XXXIII, 54) mahnt:

Del viver, ch'è un correre alla morte.

Der phyſiſche Lebensproceß des Individuums beſteht in dem Uebergange vom Sein zum Nichtſein; in einer Bewegung wie ein Strom, ein Fließen. Auch die Sonne iſt immer neu, begriffen im ſtetigen Proceß des Verlöſchens und ſich Entzündens. Jede Flamme hat wie die Sonnenflamme in ihrem Werden ihr Sein. S. die Philoſophie Heraklitos des Dunkeln von Epheſos dargeſtellt von Ferd. Laſſalle 1858 Bd. I. S. 157—163, Bd. II. S. 104—110. In dieſem Buche zeigt der Darſteller auch den merkwürdigen Einfluß von Heraklit dem Dunkeln auf Hippocrates de diaeta; ſ. Laſſalle Bd. I. S. 165—171. Hegel (Geſchichte der Philoſophie, herausg. von Michelet, Bd. I. 1833 S. 333) ſagt: „Es iſt ein großer Gedanke von Heraklit, vom Sein zum Werden überzugehen.“ Auch Ariſtoteles erkennt, daß alles Werden und Vergehen, alle Veränderung gegenſätzlich ſich entwickelt durch das Mittel der ſogenannten Beraubung (Ariſtoteles und ſeine akademiſchen Zeitgenoſſen von Aug. Brandis in der Geſchichte der Philoſophie Th. II. Abth. 2, 1857 S. 704 und 716). Schon nach den uralten Sprüchen (Gâthâs) des bactriſchen Zarathuſtra (überſetzt von Martin Haug I. S. 101) „iſt der Geſammt-Inhalt des Erdenlebens der Gegenſatz von Seyn und Nichtſeyn“.

‡) Empedocles wird von Ariſtoteles nach einer Stelle im 1. Buche der Metaphyſik (I, 4 p. 985, a 32; wie auch I, 3 p. 984, a 8) als der eigentliche Urheber der beſtimmten Vierzahl von Elementen (Wurzeln der Dinge) bezeichnet: einer Vierzahl, die in ſolcher numeriſchen Beſtimmtheit den Mileſiern Anaximander und Anaximenes fremd war (Brandis Th. I. 1835 S. 196).

‖) Um im Werden die qualitativen Veränderungen oder die Uebergänge der Beſchaffenheit zu erklären, nahm Anaxagoras, von Ariſtoteles getadelt, ſtatt der Vierzahl von Urſtoffen „eine unermeßliche Mannigfaltigkeit einfacher, qualitativ beſtimmter, von einander verſchiedener Urſtoffe (Saamen der Dinge) an: ſo daß Entgegengeſetztes ſich aus dem Entgegengeſetzten entwickeln könne“. Nach Angabe des Simplicius tadelt der Klazomenier die Hellenen wegen der gemeinen Anſicht vom Werden und Vergehen: denn kein Ding werde und vergehe, ſondern ſeiende Dinge werden gemiſcht und geſondert, und man könne mit Recht das Werden ein Gemiſcht-Werden, das Vergehen ein Geſondert-Werden nennen. Die Allheit der Dinge bleibt ſich gleich. (Brandis Th. I. S. 240, Kosmos 4. B. S. 641.) Das Anaxagoriſche Alles in Allem (πάντα ἐν πᾶσιν, oder ἐν παντὶ παντὸς μοῖρα ἐνεστι) bezieht ſich auf die Erſcheinungen des Stoffwechſels. Wenn nach des Sextus Empir. (Pyrrhoniarum hypotyposeon lib. I, 13, 33) Angabe Anaxagoras daraus, daß das Waſſer, aus welchem der Schnee ſich bildet, ſchwarz ſei, die Folgerung gezogen haben ſoll, der Schnee ſei ſchwarz; Cicero (Lucull. 31) dagegen ihn aus demſelben Grunde nur folgern läßt, der Schnee ſei nicht weiß; und auch Galen (de simpl. medicam II, 1) ihm nur die letztere Behauptung beilegt: ſo bleibt es ſehr zweifelhaft, ob der Klazomenier ſelbſt den Schnee ſo entſchieden ſchwarz genannt habe, wie die Späteren annahmen. (S. darüber Julius Ideler, Meteorol. Graec. et Rom. 1832 p. 147 und ſeine Ausgabe der Meteorologica des Ariſtoteles Vol. II. 1836 p. 481.) Anaxagoras lehrte wohl nur, daß jedes Gewordene Theile von anderem (oder von allem) in ſich enthalte.— Vergl. den durch Tiefſinn und Sprache ausgezeichneten Schelling (ſämmtl. Werke Abth. I. Bd. 2. 1857 S. 267—273; I, 3. 1858 S. 24—26).

in dieſem edeln und wichtigen Theile der Gedankenwelt abzurathen. Die metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft des unſterblichen Philoſophen von Königsberg gehören allerdings zu den merkwürdigſten Erzeugniſſen dieſes großen Geiſtes. Er ſchien ſeinen Plan ſelbſt beſchränken zu wollen, als er in einem Vorworte äußerte, „daß metaphyſche Naturwiſſenſchaft nicht weiter langt, als wo Mathematik mit methaphyſiſchen Sätzen verbunden werden könne.“ Ein mir lange befreundeter, den Kantiſchen Anſichten leidenſchaftlich zugethaner Denker, Jacob Friedrich Fries, glaubt am Schluß ſeiner Geſchichte der Philoſophie erklären zu müſſen: „daß von den bewundernswürdigen Fortſchritten, welche die Naturlehre bis zum Jahr 1840 gemacht, alles der Beobachtung und der Kunſt der Geometrie, der Kunſt mathematiſcher Analyſis angehöre; die Naturphiloſophie habe bei dieſen Entdeckungen gar nichts gefördert.“ Möge ein Zeugniß bisheriger Unfruchtbarkeit nicht alle Hoffnung für die Zukunft vernichten! denn es geziemt nicht dem freien Geiſte unſerer Zeit, jeden zugleich auf Induction und Analogien gegründeten philoſophiſchen Verſuch, tiefer in die Verkettung der Naturerſcheinungen einzudringen, als bodenloſe Hypotheſe zu verwerfen: und unter den edeln Anlagen, mit welchen die Natur den Menſchen ausgeſtattet hat, bald die nach dem Cauſalzuſammenhang grübelnde Vernunft; bald die regſame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.*)

Ich meines Theils glaube geleiſtet zu haben, was ich nach der Natur meiner Neigungen und nach dem Maaß meiner Kräfte zu unternehmen mir vorſetzen konnte. Ich wünſchte ein Werk zu liefern nach dem großen Vorbilde der Exposition du Système du Monde von Laplace, in deſſen anregender Nähe ich in Arcueil und im Bureau des Longitudes auf der Pariſer Sternwarte, mit Gay-Luſſac und Arago, über zwanzig Jahre das Glück hatte zu verleben. Wenn wir ſchon in der Mechanik des Himmels, trotz der Einfachheit der wirkenden Kräfte, in vielen Zuſtänden des Seins der Weltkörper nicht auch ihr Geworden-Sein erkennen; wenn ſelbſt in den numeriſchen Verhältniſſen der Planeten-Abſtände unter einander, ihrer Maſſen- und Größengefolge, in der Neigung ihrer Achſen, wie in der Form der Sternhaufen und Nebelflecke ſich faſt alles bisher der mathematiſchen Gedankenentwicklung entzieht (vielleicht weil, wie ich bereits erinnert, dieſe Verhältniſſe Folge ſehr verſchiedenartiger, partieller Himmels-Begebenheiten†) ſind); ſo konnte in der terreſtriſchen Zone, wo die Stoff-Verſchiedenheit thätig auftritt und die Probleme verwickelt, wohl nicht die Hoffnung entſtehen, daß die Weltbeſchreibung zugleich eine Welterklärung ſein würde. Selbſt Platons geiſtige verallgemeinernde Macht würde da nicht hinreichen‡): wo in jedem Zeitpunkt dem Verſuch einer Löſung, bei jeder erhöhten Stufe des Wiſſens, noch die Ueberzeugung mangelt, die Bedingungen alle zu kennen, unter denen die Erſcheinungen ſich zeigen; die Stoffe alle, deren thätige Kräfte ſich ſo geheimnißvoll äußern. Ich habe nicht unterlaſſen wollen, den wichtigſten aller Vorwürfe, welche gegen die wiſſenſchaftliche und litterariſche Compoſition

*) Der Philoſoph, welcher die Möglichkeit einer Naturphiloſophie oder ſpeculativen Phyſik glaubte erwieſen zu haben (Schelling's ſämmtliche Werke Abth. I. Bd. 3. S. 274), geſteht ſelbſt (S. 105): „daß die Kraft, die in der ganzen Natur waltet und durch welche die Natur in ihrer Identität erhalten wird, bisher noch nicht aufgefunden (abgeleitet) worden iſt. Wir ſehen uns aber zu derſelben hingetrieben; doch bleibt dieſe eine Kraft immer nur eine Hypotheſe, und ſie kann unendlich vieler Modificationen fähig, und ſo verſchieden ſein als die Bedingungen, unter denen ſie wirkt.“ Materien, mit unveränderlichen Kräften (unvertilgbaren Qualitäten nach unſeren jetzigen Mitteln) ausgerüſtet, werden in unſerer wiſſenſchaftlichen Sprache chemiſche Elemente genannt (Helmholtz über Erhaltung der Kraft 1847 S. 4).

†) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (5me éd. 1824) p. 389—395 und 414.

‡) “It has been repeatedly urged by continental critics,” ſagt ein mir perſönlich unbekannter, aber ſehr wohlwollender Beurtheiler des Kosmos (Atlas, 9. Jan. 1858), “that Bo Humboldt has not entirely solved his cosmographical axiom; still, *Kosmos* is a gorgeous accumulation of facts, the result of immense experience, study, and research, combined with some equally grand *aperçus, points de vue*, and *theories*. It is an improved *Pliny* of the present time, just such a work as a *savant* and a traveller of his rank could produce. Whether such acquirements could be combined with the high generalising genius of Plato, and the still older Greek sages, we have no means of judging, as no such constellation has yet appeared amongst the ranks of man.”

meines Kosmos gerichtet worden sind, frei selbst zu berühren. Eine solche erneuerte Rechtfertigung war mir geboten durch meine Verpflichtung gegen das Publikum, welches nun schon seit mehr als einem halben Jahrhundert meinen Arbeiten eine anregende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Mein Zweck war, in einzelnen großen Gruppen der realen Naturprocesse Gesetze und unverkennbare Beweise eines Causalzusammenhangs aufzusuchen. Die Zahl und die Wichtigkeit dieser einzelnen Gruppen hat sich seit einem halben Jahrhundert mit wachsender Schnelligkeit auf das glücklichste vermehrt. Beispiele aus weit von einander getrennten Gebieten sind hier mit wenigen Zügen zu bezeichnen. Seit der ersten Einsicht, welche Huygens und Newton, Grimaldi und Robert Hooke von dem Causalzusammenhange der Doppelbrechung und Interferenz erlangt hatten, waren, ohne namhafte Erweiterung der theoretischen Optik, hundert und dreißig Jahre vergangen: bis Thomas Young, Malus, Arago und Fresnel die glänzendsten Entdeckungen über die wahre Natur der Interferenz bei Kreuzung von Lichtstrahlen und Verschiedenheit der von ihnen durchlaufenen Wege sowohl bei gewöhnlichem als bei polarisirtem Licht; über die Polarisation durch Reflexion, Refraction und Doppelbrechung; so wie über chromatische und kreisförmige Polarisation bekannt machten. (Oeuvres de Fr. Arago T. VII. p. 307, 344—369, 375—392). Diese Entdeckungen und die schönen durch Arago veranlaßten Arbeiten von Fizeau und Foucault (1849 und 1850) haben den Urgrund der Vorstellung von der Materialität des Lichtes erwiesen; und durch die Annahme sich fortpflanzender Aetherschwingungen sind die verwickeltsten optischen Erscheinungen den mathematischen Gedankenverbindungen (der höheren Analyse) in fruchtbarem, auch die Meteorologie und einige Theile der physischen Sternkunde aufklärenden Zusammenhange zugänglich geworden. (Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. p. 1838 p 956, Kosmos 3. Buch S. 427 Anm. †)

In der Physik wie in der theoretischen Chemie sind gruppenweise wichtige Verallgemeinerungen dargeboten worden durch Auffindung des Gesetzes, welches die specifische Wärme der einfachen und zusammengesetzten Körper mit ihrem Atom-Gewichte in dem Sinne der bequemen und weit verbreiteten Bildersprache der Atomistik verknüpft;*) durch die Einsicht in die krystallographischen Verhältnisse des Isomorphismus und die stöchiometrische Lehre von den chemischen Aequivalenten, der zufolge sich die wägbaren Stoffe nach bestimmten Verhältnißzahlen vereinigen. Die von Prout aufgeworfene Frage, ob die Atom-Gewichte aller Elementarstoffe (Chlor und vielleicht Kupfer ausgenommen) theilbar durch das Atom-Gewicht eines einzigen des (Hydrogens?) sind, ist mit großem Scharfsinn erneuert worden. Die katalytische Kraft, nach der gewisse Körper in Berührung mit anderen eine geheimnißvolle chemische Wirksamkeit ausüben, ohne daß die veranlassenden Körper irgend eine Veränderung erleiden; ist eine erkannte, aber in Dunkel gehüllte, noch unerklärte Kraft, welche nach Berzelius sich auch in den verwickelten Processen des organischen Lebens mannigfach äußert.

In dem neu eroberten Gebiete des Electro-Magnetismus sind vorzugsweise zu nennen, als den Horizont erweiternd und wichtigeres noch als das schon Geleistete verheißend: die wahre Einsicht in die Vorgänge der Induction; der so specifisch verschiedene Einfluß heterogener Stoffe auf die Richtung der Magnetnadel, der sie genähert werden: paramagnetisch wirkend, wie Eisen, Kobalt, Nickel und Sauerstoff, letzterer gasförmig und sogar im sehr verdünnten Zustande: während daß Stickgas selbst nach Plücker weder paramagnetisch noch diamagnetisch, sondern indifferent ist; die schöne Entdeckung, nach welcher die Krystalle durch die Pole eines Magnets in gewissen Richtungen abgestoßen oder angezogen werden †); endlich die erlangte Gewißheit, daß nicht bloß die Periodicität der Sonnenflecken (Größe

*) S. die vortreffliche Abhandlung Regnault's in den Annales de Chimie T. 73 1840 p. 5; 3me Série T. I. 1841 p. 129, T. IX. 1843 p. 322.

†) Ueber das Nicht-Abstoßen der optischen Achsen der Krystalle s. Knoblauch und Tyndall in Poggend. Annalen Bd. 81 S. 481 und Bd. 83 S. 384.

und Frequenz der trichterförmigen Oeffnungen in der Photosphäre, welche der Aequatorial- und Polar-Gegend fehlen), sondern auch die Nähe der Sonne durch die ihrer Masse innewohnende magnetische Kraft (Kosmos 4. Buch S. 680) auf den Erd-Magnetismus wirke. Die Intensität ist größer und die Nadel nähert sich am meisten der verticalen Richtung, wenn im Winter die nördliche Hemisphäre der Erde der Sonne am nächsten steht. Diese erst in den letzten Jahren aufgefundene Thatsache eines unzweifelhaften Zusammenhanges des Magnetismus unseres Planeten mit der mächtigen Magnetkraft des fernen Centralkörpers unseres Systems giebt einer wichtigen Gruppe irdischer Erscheinungen im weitesten Wortsinne einen kosmischen Charakter.

Wenn wir so eben einen electro-chemischen Proceß berührt haben, der wie ein perpetuirliches Gewitter in dem Sonnenkörper, Licht und Wärme erregend, vorzugehen scheint; so müssen wir auch der neuen wichtigen Ansicht gedenken, welche eine allverbreitete Thätigkeit der Materie, die Wärme, betrifft: möge dieselbe von außen mitgetheilt; oder durch Stoß, Reibung, Volum-Veränderung und chemische Einwirkungen hervorgerufen werden. Ich meine die vielartig und mit großem Aufwand von Scharfsinn entwickelte mechanische Wärme-Theorie, das so lebendig gewordene Bestreben, alle Wirkungen der Wärme und der Electricität auf den Begriff der Bewegung zurückzuführen. Jede Erwärmung eines Körpers entspricht der Erzeugung einer mechanischen Kraft*), einer gewissen meßbaren Arbeit. Jede Wärme-Menge hat ihr Arbeits-Aequivalent: so daß es im allgemeinen wenigem Zweifel zu unterliegen schiene, daß Wärme sich in Arbeit, d. h. in eine mechanische Wirkung, umwandeln; und umgekehrt, daß mechanische Arbeit als Wärme auftreten kann; aber im einzelnen bleibt bisher das Zurückführen aller Temperatur-Erscheinungen (der Wärme-Mittheilung, der latenten und der specifischen Wärme) vielen etwas willkührlichen Annahmen ausgesetzt: selbst wenn wir auch, ohne das Carnot'sche Princip von der Erhaltung der lebendigen Kraft zu umgehen, um das in Frage stehende Problem einer mathemathischen Gedankenverbindung unterwerfen zu können, uns mit allen Mythen der Atomistik versöhnen; und für wahr halten, daß alle Körper neben der ponderablen Materie noch schwingenden, alles durchdringenden, alles erfüllenden Aether von äußerst geringer Dichtigkeit enthalten. Wir bezeichnen hier blos die Klippen; denn es ist nicht alles zu verneinen, was man noch nicht zu erklären vermag.

Wenn wir in diesem Werke vom Kosmos, trotz der Aussichten, die sich in jedem Jahrhundert in vielen Regionen des Naturwissens fortschreitend eröffnet haben, oft von der Nicht-Erfüllung naher Hoffnungen, von dem Nicht-Gelingen einer generellen Zurückführung der physikalischen Erkenntniß auf eng verkettete Principien der theoretischen Naturphilosophie reden; so befürchten wir darum keineswegs, daß durch unsere Schuld die Lebendigkeit des Forschens nach Gesetzen, das Streben nach Causalität, welches ein tiefes und unwiderstehliches Bedürfniß des menschlichen Geistes ist, sich mindern werde. Es ist geglückt, durch Combination des Beobachteten in der Anflagerung und Durchbrechung der Gebirgsschichten der festen Erdrinde, in der Reihenfolge untergegangener Organismen, welche diese Schichten erkennbar einschließen, chronometrische Denkmäler von dem Alter der Entstehung und Hebung aufzufinden. Die dynamischen Wirkungen der Erdbeben, die Thermalquellen, mit so mannigfaltigen Stoffen geschwängert, die Schlamm-Ausbrüche der Salsen und die Vulkane selbst verschiedener Zeitepochen, durch Erdspalten oder

*) Séguin im Edinburgh Philosophical Journal Vol. X. 1824 p. 280 und in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXV. 1847 p. 421; Joule im Philos. Magazine Vol. 31. 1847 p. 173; Thomson und Joule in den Philos. Transactions for *1853 P. III.* p. 357; Clausius in Poggendorff's *Annalen* Bd. 79. 1850 S. 368 und Bd. 97. 1856 S. 441; Duhamel, Cours de Mécanique 1853 chap. 7 p. 401; Grove, corrélation des forces physiques, trad. en français par M. l'abbé Moigno, avec des notes par M. Séguin aîné (Paris 1856); G. zu Quintus Icilius, Experimental-Physik S. 438 bis 448. (Schon Franz Baco sagt: Calor est motus expansivus.)

durch eigene Gerüste wirkend: haben in ihrem inneren Zusammenhange als eine Reaction des Inneren unsres Planeten gegen seine Oberfläche geschildert werden können. Wir gerathen dadurch in Versuchung zu glauben, es seien uns aus alten Geschichtsbüchern über die Bildung des Erdkörpers einige Seiten lesbar geworden; und fahren, so lange dem freien Gedanken seine Berechtigung wird, um so froheren Muthes fort in dem Bestreben, die Veränderungen der Materie, so weit sie von der denkenden, geistigen Natur der menschlichen Seele ganz zu trennen sind, aus natürlichen Ursachen, d. h. aus der Thätigkeit der Materie selbst, zu erklären.

Da ich es gewagt habe, dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos, im Sinn der pythagoreischen Schule für Weltordnung genommen, vorzusetzen, so habe ich auch in dem 1sten Buche (S. 30 und 31) alles zusammengetragen, was in den Kreisen des hellenischen Sprachzusammenhanges sich an die Etymologie zu verschiedenen Zeiten knüpfte. Derselbe Gegenstand ist (am Schluß des Jahres 1856) von Dr. Leo Meyer, Privat-Docenten in Göttingen, mit Scharfsinn und in erwünschter Allgemeinheit behandelt worden. „Lautlich", sagt der Verfasser der Abhandlung über die Wortbedeutung von Kosmos in den ältesten (homerischen) Denkmalen der griechischen Sprache, „lautlich würde die Zusammenstellung mit 'sudh, rein sein, purificari, sich allerdings rechtfertigen lassen, und dadurch würde sich als Grundbedeutung für das Wort ergeben „Reinheit, Glanz"; und das unmittelbar daraus hergeleitete *κοσμέω* würde zuerst „reinigen, glänzend machen"; darnach „schmücken", später erst auch „ordnen" bedeuten. Diesen Bedeutungs-Uebergängen aber widerspricht die Geschichte des Worts durchaus, es leitet dieselbe auf eine völlig verschiedene Grundbedeutung hin. Diese Grundbedeutung ist theilen, eintheilen; und eine einzige Stelle (Ilias XII., 86), wo es von den Troern heißt, daß sie fünffach eingetheilt, in fünf Abtheilungen standen, könnte fast schon genügen, die Unmöglichkeit des Begriffs „glänzend machen" für *κοσμέω* darzulegen. Unter allen zahlreichen homerischen Stellen, die man aufzählen kann, findet sich nicht eine einzige, in der die Bedeutung „Glanz" möglich wäre; und nur an zweien hat Kosmos scheinbar die Bedeutung „Schmuck" oder nähert sich derselben. Als gemeinsame Grundform*) für *κόσμος* und für *κεκάσθαι* läßt sich mit ziemlicher Sicherheit *καδ* ansetzen, mit der Bedeutung „theilen", ursprünglich wohl „spalten": mit dem alt-indischen chid (tschid), *σχίζω* und dem lateinischen scindo zusammenhangend.

Den Resultaten dieser gründlichen Untersuchung von Dr. Leo Meyer giebt mein berühmter Freund und Lehrer Böckh vollen Beifall. „Der Begriff des Ordnens beruht" auch nach ihm „wesentlich auf dem des Scheidens; letzterer ist augenscheinlich der ursprüngliche: und um den Beweis nicht auf den Homer zu beschränken, ist daran zu erinnern, daß in Kreta die höchste Behörde, die Ordner und Archonten des Staats, *κόσμοι* (auch *κόσμιοι*) hießen: ein Name, der gewiß aus sehr früher Zeit stammt. Eben so finden wir bei den epizephyrischen Lokrern als Obrigkeit den *κοσμόπολις*. Belehrend ist ebenfalls der Anaxagorische Gebrauch des Wortes als Scheidung in der merkwürdigen Stelle: *πάντα χρήματα ἦν ὁμοῦ, εἶτα νοῦς ἐλθὼν αὐτὰ διεκόσμησε* (Schaubach in fragm. Anaxag. p. 128, 111); und daß Democrit das Wort *διάκοσμος* da gebraucht hat, wo es nur ein Geordnetes bedeuten kann. Auch daß Leo Meyer das verlorene *κάζω* mit *κόσμος* zusammenbringt, ist unstreitig richtig; und Sie haben selbst schon in Ihrem Werke erinnert; wie Welcker damit *Κάδμος* in Verbindung gesetzt hat."

Das Alter, das ich während der Vollendung der physischen Weltbeschreibung erreicht habe, und das Gefühl abnehmender Kräfte könnten mich anregen, bei der großen und uner-

*) Leo Meyer in Adalb. Kuhn's Zeitschrift für vergleichende Sprachforschung Bd. VI. 1857 S. 161, 164, 171, 172, 174 und 175. „Wie in *κόσμος* der Begriff des Theilens und Scheidens in den der Ordnung überging, so konnte auf der andern Seite auch der des Unterscheidens, des Auszeichnens sich leicht daraus entwickeln."

warteten Nachsicht, mit welcher das Werk bis zu seinem verspäteten Ende in weiten Kreisen aufgenommen worden ist, den Wunsch um Erhaltung oder gar um Zunahme dieser Nachsicht auszusprechen; aber ich bin seit früher Jugend von dem wissenschaftlichen Ehrgeize, der meine ganze Geistesthätigkeit belebt hat, so durchdrungen, daß im Widerspruch mit jenem Wunsche ich das Bedürfniß fühle, meine Arbeit mit größerer Strenge als bisher behandelt zu sehen. Die Verbreitung der fünf Bände des Kosmos ist um so größer, als dieselben in wenigstens neun verschiedene Sprachen übersetzt erscheinen. In der Masse von Thatsachen, besonders numerischen Angaben, welche in den Texten und in drittehalb-tausend Noten von so verschiedener Länge angehäuft sind, muß oft Irriges durch meine Schuld und durch die Schuld meiner Uebersetzer sich eingeschlichen haben. Ich nenne hier Irriges nicht, was dem später Entdeckten, sondern was dem widerspricht, das zu der Zeit, als ein Band des Werkes gedruckt wurde, nach dem damaligen Zustande des Wissens schon nicht mehr begründet war. Ungenau beobachtete Thatsachen aber oder Meinungen, die in dem Gewande von Thatsachen verbreitet werden, sind, wie ich schon früher bemerkt habe, widerspenstiger und schwerer zu verbannen als verwickelte Hypothesen über reale Naturprocesse.

Ich würde besorgen, eine mir theure Pflicht vernachlässigt zu haben, wenn ich am Schluß einer Einleitung zu dem letzten Bande des Kosmos den mir so wichtigen Beistand nicht öffentlich anerkennte, welchen ich dabei, nun schon über dreizehn Jahre lang, einem werthen Freunde verdanke und dessen sich auch mein Bruder Wilhelm von Humboldt bei der Herausgabe seiner philosophischen Untersuchungen über die Kawi-Sprache auf Java, wie über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues erfreut hatte. Kein Blatt des Kosmos ist erschienen, das nicht in der Handschrift und gedruckt dem scharf eindringenden Blicke des Professors Eduard Buschmann, Bibliothekars an der königlichen Bibliothek zu Berlin und Mitglieds der Akademie der Wissenschaften, unterworfen worden wäre. Er ist auch der Vermittler meiner Handschrift gewesen, und viel länger schon hatte er mir eine liebevolle Anhänglichkeit gewidmet. Seiner unermüdeten Thätigkeit und linguistischen Kenntniß des südöstlichen Asiens verdanken wir auch die Fortsetzung des großen Werks meines Bruders und dessen Erweiterung durch ferne Zweige des malayischen Sprachstammes. Sein Bestreben, in den noch so wenig abgesonderten amerikanischen Sprachfamilien, in denen er tief eindringende Arbeiten mit meinem Bruder gepflogen, Geschichtsdenkmale früher Völkerwanderungen und des Entwicklungsganges der Menschheit im Neuen Continent zu enthüllen, hat bereits eine Zahl merkwürdiger Resultate an das Licht gebracht.

Bei dem regen Wunsche, den Reichthum des verschiedenartigsten Materials in dem Entwurf einer physischen Weltbeschreibung zu concentriren, mußte ich um so ernster einige Correctheit in der Form erstreben. In den verschiedenen Sprachen, in welchen ich durch ein vielbewegtes Leben zu schreiben veranlaßt wurde, habe ich immer Freunden, denen ich mein Vertrauen zu schenken berechtigt war, das zu Druckende vorgelegt, weil die Färbung des Ausdrucks in seiner erhöhten Lebendigkeit keineswegs dieselbe sein darf in der einfachen, in reiner Objectivität aufgefaßten Naturbeschreibung, und in dem Reflex der äußeren Natur auf das Gefühl und die innere Natur des Menschen. In jeder Litteratur aber sind diese Grenzen nach dem Wesen der Sprache und dem Volksgeiste anders gezogen, um dem Unheil einer dichterischen Prosa zu entgehen. Nur heimisch, in der angeborenen, vaterländischen Sprache kann durch Selbstgefühl das richtige Maaß der Färbung wie bewußtlos bestimmt werden. Die Anerkennung dieses Könnens liegt fern von dem anmaßenden Glauben an das Gelingen. Sie soll hier nur das sorgsame Erstreben bezeichnen, durch Vervollkommnung der Form an die innige Verwandtschaft zwischen einzelnen Theilen wissenschaftlicher und rein litterarischer Werke zu erinnern; an eine Verwandtschaft und Behandlungsweise, die den ersteren keineswegs Gefahr bringt.

(Geschrieben im Juli 1858.)

Schluß des zweiten Abschnittes tellurischer Erscheinungen

wie sie sich offenbaren in der Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche mittelst der Thätigkeit der Vulkane.

Die vulkanische Thätigkeit wirkt nicht blos umwandelnd und zerstörend; sie ist auch bildend dadurch, daß sie festes Gestein hervorbringt. Wir haben ihre Bildungsprocesse in dem vierten Buche des Kosmos zu beschreiben versucht und die meist krystallinischen, durch Erstarrung flüssiger Erden erzeugten Gebirgsarten, nach ihrer Zusammensetzung (nach der Association ihrer Bestandtheile) in bestimmte Mineral-Gruppen vertheilt, geschildert. Diese vulkanischen Bildungen des Festen, an dem Abhange hoher Kegelberge in schmalen Lavaströmen oder ohne alle bleibende Gerüste in früherer Zeit als weitverbreitete Gesteinsschichten aus dem Spaltennetze der Ebene hervorbrechend, sind bisweilen durch Wasser-Ergüsse unterbrochen. Solche Wasser-Ergüsse verdienen um so mehr eine besondere Aufmerksamkeit, als die Verschiedenartigkeit ihrer Ursachen lange verkannt worden ist, und sie theilweise, wie ich schon früher erinnert habe, rein meteorologischen Phänomenen (dem vulkanischen Gewitter) beizuzählen sind. Der heiße Wasserdampf, welcher während einer Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet bei'm Erkalten ein Gewölk, aus dem Blitze, von Donner begleitet, herabfahren. Auf Island wurden nach Olassen's Bericht am Abhange des Vulkans Katlagia im October 1755 zwei Menschen und 11 Pferde vom Blitze getödtet; ja am Vesuv erregte, als am 22. October 1822 der 400 Fuß hohe Schlackenkegel bereits eingestürzt war, die Condensation der Dämpfe ein vulkanisches Gewitter, dessen rollenden Donner man deutlich von dem Krachen in dem Inneren des Berges unterscheiden konnte. *) Dieselbe meteorologische Erscheinung beschreibt Seneca bei'm Aetna. †) Die Dämpfe sind meist mit fein zertheilten festen Massen: Rapilli, Asche und Sand, gemengt. Faraday's schöne Versuche haben Licht verbreitet über die Ursache der heftigen electrischen Schläge, welche im October 1840 zu Seghell bei Newcastle ein Arbeiter an dem Cylinder einer Feuermaschine erlitt; nach Analogie dieser Versuche ist über dem Krater der Vulkane die Reibung der Wassertheile gegen die festen beigemengten Körper der Erreger der Electricität, welche (wie Gay-Lussac gelehrt hat) bei jeder Wolkenbildung sich auf der äußeren Umhüllung (Oberfläche) condensirt.

Ganz verschieden von diesen minder verheerenden, nur durch vulkanische Gewitter verursachten Wasserströmen sind die Wasser- und Schlamm-Ausbrüche, welche dem Inneren der Vulkane zugeschrieben werden. Schon Strabo (lib. V. pag. 248 Casaub.) erwähnt der alt-hellenischen Sage, nach welcher Typhon (in der Volksphantasie eine mythische Bezeichnung der unbekannten, tief im Erd-Inneren liegenden Ursach aller Vulkanität) vom Caucasus nach Unter-Italien floh und, unter Sicilien, Ischia (der tyrrhenischen Affen-Insel Aenaria ‡) wie unter dem Brandlande bei Puteoli (Dicäarchia) liegend, „Flammen und Gewässer ausstößt, wenn er sich wendet". Wären die Vermuthungen von Carmini Lippi in seiner Schrift über die Frage: fu il fuoco o l'acqua che

*) Vergl. meine Ansichten der Natur 3te Ausg. Bd. II. S. 273. Solch eine Erscheinung wie der wolkenbruchartige Regen charakterisirt fast unter allen Erdstrichen das Ende einer Eruption. Da während derselben der Aschenkegel gewöhnlich in Wolken gehüllt ist und da in seiner Nähe die electrischen Regengüsse am stärksten sind, so sieht man Schlammströme, die aus meteorologischen Ursachen entstehen, von allen Seiten herabfließen.

†) Seneca, Quaest. Nat. lib. II. cap. 30: "Aetna aliquando multo igne abundavit: ingentem vim arenae urentis effudit. Involutus est dies pulvere populosque subita nox terruit. Illo tempore ajunt plurima fuisse tonitrua et fulmina, quae concursu aridorum corporum facta sunt, non nubium. — Aliquando Cambyses ad Ammonem misit exercitum: quem arena, Austro mota et more nivis incidens, texit, deinde obruit. Tunc quoque verisimile est fuisse tonitrua fulminaque attritu arenae sese affricantis." Dies sind Meinungen des Asclepiodotus, in denen die Wirkungen der Reibungs-Electricität deutlichst ausgedrückt sind.

‡) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 775.

sotterrò Pompei ed Ercolano? nicht 1843 (alſo 27 Jahre ſpäter) von Scacchi vielfach geſchwächt worden, ſo könnte die Tuff-Bedeckung von Pompeji einer gleichzeitigen Waſſerbedeckung vulkaniſchen Urſprungs zugeſchrieben werden. Es iſt aber nach der Natur der dortigen Bimsſteine, von denen unzweifelhaft ein Theil (des Vitruvius pumex Pompejanus) Vor-Plinianiſch iſt, wahrſcheinlicher*), daß der Aſchenregen ein trockener war und daß nur dasjenige, was die Keller in den Ruinen von Pompeji erfüllt hat, durch langdauernde und heftige Regengüſſe ſpäter zugeführt worden iſt. Die ſehr neue Conglomerat-Formation des Traß im Brohl-Thale giebt auch keinen Beweis dafür, daß Bimsſtein und Tuff, welche der Traß enthält, Schlamm-Auswürfen lavagebender Eifeler Vulkane ihren Urſprung verdanken. †)

Der nicht Lavaſtröme ergießende, aber Bimsſtein, Aſche und fein zermalmte Lava-Fragmente ausſtoßende Vulkan von Guadeloupe, in ſeinem jetzigen Zuſtande la Soufrière genannt, hat auf Spalten, die ſich am 12. Februar 1836 faſt am Fuß des Berges öffneten, eine große Menge ſchlammigen Waſſers ergoſſen. Mineralien, die in dieſer éruption boueuse enthalten waren, ſind von Dufrénoy genau unterſucht worden. Dieſe Erſcheinung erinnerte nicht bloß an die Anſchwellung und ſchlammartige Trübung aller Bäche während der zunächſt vorhergehenden Eruption der Soufrière am 27. September 1797, welcher nach 78 Tagen das große Erdbeben und die Zerſtörung der Stadt Cumana folgte; ſondern in dem Briefe von Mercier an Biot sur une éruption boueuse du Volcan de la Guadeloupe ‡) wurde auch umſtändlich einer Beobachtung des Columbus gedacht, der in den erſten Tagen des Novembers 1493 auf ſeiner zweiten Reiſe einen mächtigen Waſſerſtrom, breit wie ein Ochſe (golpe de agua tan gordo como un buey), an dem höchſten Pic der Inſel „hoch wie vom Himmel“ herabſtürzen ſah. In dem Berichte des Schiffsarztes Dr. Chanca, an die Municipalität von Sevilla gerichtet, in welchem uns die Worte des Admirals wiedergegeben werden, iſt aber nicht geſagt, was in dem Briefe von Mercier irrig ||) behauptet wird: que Christophe Colomb reconnut le Volcan à l'épaisse fumée qui s'élevoit de la cime. Der Admiral beſchreibt bloß einen Waſſerfall; und giebt nicht zu erkennen, daß er den Pic, an welchem er herabſtürzt, für einen feuerſpeienden Berg hielt. Es bleibt alſo mit Recht viel Zweifel, ob er Zeuge eines Schlamm-Ausbruchs war, oder ob er einen durch Regengüſſe verſtärkten Waſſerfall, analog dem 500 Fuß hohen Sault du Carbet, zu Geſicht bekam.

Auf dem Feſtlande des Neuen Continents, dem wir nun von Norden nach Süden folgen werden, ſind im alt-mexicaniſchen Gebiete, obgleich der Orizaba und der Popocatepetl ihre Gipfel hoch über die ewige Schneegrenze erheben und zu vielen Infiltrationen Gelegenheit geben konnten, Waſſer- und Schlamm-Ausbrüche in hiſtoriſchen Zeiten nicht beobachtet worden. Die Phänomene, welche bei der Erhebung des neuen Vulkans von Jorullo am 27. September 1759 das Verſinken der beiden Bäche de San Pedro und de Caitimba veranlaßten §), ſind nicht mit den größeren Erſcheinungen zu verwechſeln, welche die alten Vulkane von Guatemala, Quito und Chili dargeboten haben. In dem nördlichen Theile der Vulkan-Reihe von Central-Amerika liegt der abgeſtumpfte Trachytkegel von Escuintla, der den Pic von Teneriffa und den 5 Meilen in Weſt-Nord-Weſt liegenden Volcan de Fuego bei Acatenango an Höhe übertrifft und dem ausſchließlich der

*) A. a. O. S. 860; Roth, über den Veſuv S. XLI. Lyell, Principles of Geology 1853 p. 385 bis 396; Naumann, Lehrbuch der Geognoſie Bd. I. 1858 S. 136.)

†) Kosmos 4. Buch S. 759.

‡) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. IV. 1837 p. 651—654 und 747—749; Kosmos 4. Buch S. 857.

||) Dr. Chanca läßt den Columbus bloß ſagen: Llegamos á la isla hácia la parte de una gran montaña que parecia que queria subir al cielo, en medio de la cual montaña estaba un pico mas alto que toda la otra montaña, del cual se vertian á diversas partes muchas aguas. Mas a cerca vidose lo cierto, y era la mas hermosa cosa del mundo de ver de cuan alto se despeñaba é de tan poco logar nacia tan gran golpe de agua. Navarrete, Collection de los Viages y Descubrimientos de los Españoles T. I. p. 201.

§) Kosmos 4. Buch S. 798—799.

Name eines Waſſer-Vulkans (Volcan de Agua) geblieben iſt. *) Dieſem Berge wurde am 11. September 1541 eine furchtbare Ueberſchwemmung zugeſchrieben, als durch Erdbeben und plötzliche Eröffnung von mit Regen- und Schneewaſſer gefüllten Höhlungen veranlaßt. Die große Stadt la Antigua Guatemala ward von Grund aus zerſtört, und die Einwohner von der ſpaniſchen Regierung gezwungen die neue Stadt Santiago de Guatemala gegen ihren Willen zu gründen. Leider! fehlt es wegen der Barbarei, die vor der Mitte des 16. Jahrhunderts, in den erſten Zeiten der Conquiſta, wie in ſo großer Entfernung von der Stadt Mexico herrſchte, an aller auf Sage gegründeter umſtändlicher Beſchreibung dieſer Begebenheit. †) Lava-Ausbrüche kennt man aus hiſtoriſcher Zeit gar nicht vom Volcan de Agua unſern Escuintla, während daß von dem Volcan de Fuego ſeit 1581 neun Lava-Eruptionen bekannt ſind. In der letzten von 1852 erreichte ein Lavaſtrom das Littoral der Südſee.

In Südamerika hat der nördlichſte der Vulkane aus der Gruppe von Neu-Granada, der Vulkan und Paramo de Ruiz, einen mächtigen Schlammſtrom ausgeſtoßen, welcher von heftigen Erdſtößen am 19. Februar 1845 begleitet war. Der Paramo de Ruiz gehört zu der mittleren oder Centralkette von Neu-Granada, zu der Kette des Quindiu; er liegt zwiſchen der Mesa de Herveo und dem Nevado de Tolima: ‡) und ſchien ſich nach der Anſicht, die ich lange von ihm hatte, aus der Hochebene von Bogota, nicht viel über die ewige Schneegrenze zu erheben. Der Schlammſtrom, in zwei Arme getheilt, folgte den Thälern der Rios de la Lagunilla und de Santo Domingo, zerſtörte alle Anſiedlungen und führte Eisblöcke, Schlackenmaſſen, Baumſtämme und Schutt in den Magdalenen-Strom oberhalb des durch ſeine ſchöne Tabacks-Cultur berühmten Städtchens Ambalema. Es war das erſte Mal, daß die Anwohner des großen, von Palmen umgebenen Fluſſes, deſſen Waſſer-Temperatur nicht unter 26° bis 28° iſt, Eismaſſen ſchwimmen ſahen: eine Erſcheinung, welche die Schnelligkeit eines ſolchen Schlammſturzes bezeugt. ||)

Wenn auch die ewige Schneelinie in der Aequatorial-Zone der vulkanreichen Cordilleren

*) Kosmos 4. Buch S. 779.

†) Der lebendige Zeuge der Conquiſta, Gonzalo Fernandez de Oviedo, deſſen großes Werk der Historia general y natural de las Indias wir endlich nach drei Jahrhunderten, durch den rühmlichen Eifer der ſpaniſchen Akademie, vollſtändig vor uns ſehen, hat allerdings (libro XLI cap. 3, Tomo IV. Madrid 1855 p. 26—32) eine umſtändliche Schilderung der großen Waſſerfluth gegeben, welche in der Nacht vom 10. zum 11. September 1541 die Stadt Guatemala zerſtörte; ſie verweilt aber mehr bei perſönlichen und örtlichen Scenen, als daß ſie den Urſprung des ſchrecklichen Phänomens (tormenta de agua, tormenta, hurnean, tempestad genannt) genau erkennen ließe. — Da es noch ganz an unmittelbaren Meſſungen der ewigen Schneehöhe in Central-Amerika fehlt und die beiden Vulkane (de Agua und de Fuego) nach Poggendorff's Berechnung der vom Capt. Baſil Hall genommenen Höhenwinkel ſich 2050 Toiſen über das Meer erheben, auch die Stadt Guatemala nur 4° ſüdlicher als die großen Vulkane von Mexico liegt; ſo iſt hier zu erinnern, daß nach meinen Unterſuchungen (Asie centrale T. III. p. 268—279) unter dem Parallel von 19° die mittlere Grenze des ewigen Schnees allerdings in 2313 Toiſen Höhe liegt, daß aber ſporadiſch Schnee bis 1200 Toiſen fällt. Unter dem Aequator, in den vulkaniſchen Cordilleren von Quito, wo die Höhe des ewigen Schnees 2475 Toiſen iſt, fällt ſporadiſch Schnee nur bis 1875 Toiſen. Dies ſind Mittelzahlen von vielen meiner Meſſungen, und desbalb muß den Reſultaten die Angabe von einzelnen Toiſen verbleiben.

‡) Der Vulkan von Tolima, ein abgeſtumpfter Kegel, iſt ſchön abgebildet in Albert Berg's Physiognomy of tropical vegetation on the Rio Magdalena and the Andes of New Granada 1854 Tab. III. Er ſcheint mir der höchſte Berg in der nördlichen Hemiſphäre zu ſein; nach meiner trigonometriſchen Meſſung bei Ibague hat derſelbe 17010 Par. Fuß (Kosmos 4. B. S. 767). Dem Tolima kommen am nächſten die mexicaniſchen Gipfel Popocatepetl (nach mir 16632 F.) und Orizaba (nach Ferrer 16776 F.). Nach der genauen Arbeit des Aſtronomen Julius Schmidt zu Olmütz, welche einer vortrefflichen Abhandlung von Carl Heller (Petermann, geogr. Mittheilungen 1857 S. 372—374) angehängt iſt, ergiebt das Mittel aus ſechs Meſſungen für den Popocatepetl 2775 Toiſen oder 16650 Fuß (Differenz von meiner früheſten Meſſung 4 Toiſen); für den Vulkan von Orizaba, den Hr. Heller noch hat rauchen ſehen, 2767 Toiſen oder 16602 Fuß: alſo 30 und 50 Fuß Differenz von Ferrer's und meiner trigonometriſchen Meſſung aus großer Entfernung. — So iſt der Zuſtand der Hypſometrie im tropiſchen Amerika geblieben ſeit mehr als einem halben Jahrhundert, ſeit meinen und Ferrer's Arbeiten!

||) Relation de l'éruption boueuse du Volcan de Ruiz par le Colonel Joaquin Acosta in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXII. 1846 p. 709: "Toute la population de la vallée de Lagunilla périt. D'énormes blocs de glace étaient descendus de la Cordillère en telle abondance qu'ils n'étaient pas encore entièrement fondus malgré la température élevée de 26° à 28° de ces lieux. Cette masse de glace venait d'une hauteur de plus de 4800 mètres, car telle doit être la limite inférieure des neiges perpétuelles sous cette latitude. C'est la première fois de mémoire d'hommes que les habitans des bords embrasés de la Madeleine avaient vu de près de l'eau solidifiée par le froid. Ce fut un spectacle surprenant de voir les eaux tièdes de la Madeleine charrier de la glace."

von Quito faſt 6000 Fuß höher liegt als in der Breite des Aetna, ſo nimmt auch dabei in jenen Cordilleren die Höhe der noch entzündeten Vulkane dermaßen zu, daß, während der 10200 Fuß hohe Aetna noch nicht volle 1300 Fuß ſenkrecht in die ewige Schneegrenze reicht, der mit Schnee bedeckte Theil der ſechzehn- und ſiebzehn-tauſend Fuß hohen Vulkane Cotopaxi, Sangay und Altar de los Collanes noch 2250 F. in ſenkrechter Höhe mit ewigem Schnee, ja 5500 F. ſporadiſch mit Schnee bedeckt ſind. Von dem Parallel von Sicilien nach dem Parallel von Quito nimmt die Höhe der Vulkane um vieles ſchneller als die der ewigen Schneelinie zu; auch haben die höchſten Gebirge Europa's ſogenanntes plutoniſches, unvulkaniſches, Granit- oder Gneiß-Geſtein. Am Montblanc hat der perpetuirliche Schneemantel faſt 6500 F. perpendicularer Höhe: d. i. dreimal mehr als der Cotopaxi, deſſen Schneemantel ich nur 2862 F., la Condamine 64 Jahre früher 3000 F. vom Gipfel bis zur unteren Schneegrenze fand. Dieſe numeriſchen Betrachtungen ſind von großer Wichtigkeit, da die Waſſer-Ergüſſe der entzündeten Nevados, mit Tuff, Bimsſtein und Schlamm gemengt, ſeit Bouguer und la Condamine *) den mit Schnee- und Regenwaſſer gefüllten inneren Höhlungen zugeſchrieben werden.

Unter den drei Vulkanen der Gruppe von Quito, welche durch Spaltung der Gipfel oder Zertrümmerung der Kraterränder große geologiſche Cataſtrophen bezeugen: dem Carguairazo (jetzt nur noch 14700 F. hoch), den beiden ſchönen Pyramiden von Iliniſſa (16362 F.) und dem Capac-Urcu oder Cerro del Altar (jetzt nur noch 16380 F.), welcher einſt den Chimborazo überragt haben ſoll; †) hat ſich nur vom Einſturz des Gipfels des Carguairazo durch die Sage und die noch ſichtbarſten Spuren das lebhafteſte Andenken erhalten. Das Wort „Kothfelder" (lodazales, campos lodosos; von loto, lutum), mit dem man jetzt noch eine Strecke von faſt zwei Quadratmeilen am Fuß des Carguairazo bezeichnet, deutet auf die Näſſe und Flüſſigkeit des Aſchenſchlammes, welcher ſich bei dem Krater-Einſturz in der Nacht vom 19. Juli 1698 ergoß. Auch durch die Luft wurden wie Erdhagel ‡) kleine kugelförmige Maſſen mit concentriſchen, über einander gelegten Schalen geſchleudert bis in die Hochebene von Hambato, wo ich ſie ſammelte und wo man ſie dem Carguairazo zuſchrieb, während die Stadt Hambato in derſelben Nacht 1698 durch Erdſtöße ganz zerſtört wurde. Als Pedro de Alvarado, einer der Helden in der Expedition von Hernan Cortes, im März 1534 mit einem wohlgerüſteten kleinen Heer von der Küſte der Südſee aufwärts nach Quito über Riobamba (Rivecpampa) durch die Puertos nevados (wie es ſcheint, längs dem ſüdweſtlichen Abhange des Chimborazo) vordrang, verlor er einen großen Theil ſeiner Mannſchaft und Roſſe: nicht bloß durch Kälte, ſondern weil, wie Oviedo ſagt ‖), Erde vom Himmel fiel, ſo daß die Reſpiration gehemmt war und alles erblindete. Dieſer Aſchenregen wird mit mehr Gewißheit, als mir begründet ſcheint, einem Ausbruch des Cotopaxi zugeſchrieben. Er war vielleicht aus dem damals noch unverſehrten, thätigen Krater des Carguairazo ſelbſt ausgeſtoßen. Bruſtbeklemmungen ſind bei ſolchen Erſcheinungen ebenfalls von den Einwohnern der Stadt Quito gefühlt worden, wenn Aſchenregen vom Rucu-Pichincha den Tag daſelbſt in finſtere Nacht verwandelten.

*) Bouguer, Figure de la Terre 1749 p. LXVIII bis LXXIII, auch in den Mémoires de l'Acad. des Sciences Année 1744 p. 37 und 269—272; la Condamine, Journal du Voyage a l'Equateur 1751 p. 156—159.

†) Vergl. meine Kleineren Schriften Bd. I. S. 460, 461 und 463; wie die von mir im Atlas (No. IV, V und VII) entworfenen phyſiognomiſchen Anſichten.

‡) "Par le mélange de la pluie et des cendres volcaniques il se forme dans l'air les espèces de pisolites à couches concentriques que j'ai trouvées sur le plateau d'Hambato parmi les anciennes éjections du Carguairazo, analogues à ce que les habitans de Quito appellent naïvement yrélons de terre et que Monticelli et Covelli (Storia del Vesuvio degli anni 1821—1823 p. 94—98) on décrit avec beaucoup de sagacité. La ville d'Hambato, depuis la Catastrophe du 19. Juillet 1698 jusqu'à celle de Riobamba du 4. Février 1797, a été détruite 8 fois et toujours reconstruite dans le même site." Humboldt in den Annales de Chimie et de Physique T. XXVII. 1824 p. 125.

‖) Weder Oviedo (Hist. de las Indias Parte III. lib. 8 cap. 20), noch Garcilaſo, noch Cieza de Leon, der ſchon im dreizehnten Jahr (alſo 1534) nach Amerika kam, noch der merkwürdige Brief, welchen Pedro de Alvarado ſelbſt den 15. Januar 1535 an ſeinen Kaiſer über die Expedition nach Quito ſchrieb und von welchem der vortreffliche Prescot eine Abſchrift hat benutzen können, nennen einen beſtimmten Vulkan.

Einen merkwürdigen Contraſt mit den Kothfeldern (lodazales, éjections boueuses) des Carguairazo bilden die Auswürfe des Capac-Urcu (Altar de los Collanes), welche, faſt zwei Decennien vor der Eroberung der Stadt Quito durch den Sohn des Inca Tupac Yupanqui (laut den Traditionen der Eingebornen von Lican) ſieben bis acht Jahre hinter einander dauerten und die große Ebene von Tapia im Oſten vom Rio Champa, im Süden vom Rio de Lican mit feinem Bimsſtein-Sande bedeckt haben. Dieſe Bimsſtein-Bedeckung iſt um ſo auffallender, als der Capac-Urcu dem Vulkan Tungurahua nahe iſt, auf welchem ich bei dem Verſuch einer Beſteigung gar keinen Bimsſtein gefunden habe. Die Natur der ſogenannten Aſche und des vulkaniſchen Sandes kann bei ungründlicher Unterſuchung zu vielen Täuſchungen Anlaß geben. Zwiſchen Venta de Soto und Perote beſtand das Trümmerfeld, dem Granitſand ſehr ähnlich, wie ich ſehr beſtimmt ergründet habe, aus kleinen Körnern von Perlſtein.*)

Die berühmten Waſſer-Ausbrüche des Cotopaxi vom 24. Junius und 9. December 1742, theilweiſe fortgeſetzt bis 1750, ſind, freilich ſehr unvollſtändig und leider! nicht als Augenzeugen, von Bouguer und la Condamine†) beſchrieben worden; es bleibt aber doch gewiß, daß der Sturz unzuſammenhangender Reihen von Blöcken, die kaum an den Kanten und an der Oberfläche geſchmolzen waren, durch den Stoß von halb geſchmolzenen Schneemaſſen getrieben, in ihrer Bewegung mit einer fabelhaft ſcheinenden Geſchwindigkeit beſchleunigt wurde. Ein völliges Schneeſchmelzen am Kegel des Cotopaxi ging auch, während meines Aufenthalts in Guayaquil, dem Ausbruch des Vulkans am 4ten Januar 1803 vorher, ſo daß der Berg plötzlich einen furchtbares Unglück verheißenden Anblick darbot.

Das Füllen der inneren Höhlungen mit geſchmolzenem Schnee iſt aber als ein Proceß zu betrachten, welcher ununterbrochen, wenn gleich allmälig und in langen Perioden, vorgeht, in denen der Berg faſt kein äußeres Zeichen der Thätigkeit darbietet. Die allgemeine Dürre des von Waldung ganz entblößten Bodens auf der weiten Hochebene von Quito und der Mangel waſſerreicher Flüſſe am Fuß der Schneekette ſind deutliche Beweiſe von dem Verſinken alles Flüſſigen in das Erd-Innere. Auch überall, wo Berge einſtürzen (en los derrumbos) und während der ſo häufigen Erdbeben ſich Spalten öffnen, ſprudelt Waſſer aus der Tiefe und erregt oft furchtbare Ueberſchwemmungen. Mein Freund Bouſſingault hat ſchon in ſeinen Schriften über die Eigenthümlichkeiten des Ackerbaues in den vulkaniſchen Hochebenen auf die Urſachen des Contraſtes zwiſchen der Dürre der Oberfläche und der Waſſerfülle der Erdſchichten in geringen Tiefen aufmerkſam gemacht.

Mit dieſer Frequenz unterirdiſcher Waſſer-Anhäufung in einer Zone, wo der gehobene Theil der Erdrinde meiſt mit poröſem, permeablem Geſtein bedeckt iſt, hängt das ſonderbare Phänomen der kleinen, von einigen Bergen um Quito zu Tauſenden mit ſchlammigen Waſſern ausgeworfnen Fiſche zuſammen, von dem ich vielleicht zuerſt die Nachricht nach Europa gebracht habe.‡) Dieſes Fiſchchen, gewöhnlich vier, bisweilen nur zwei Zoll lang, von olivengrüner Farbe, ſchwarz punctirt, hat die ganze Geſtaltung (den habitus) der Siluroïden der Meeresküſte, ob es gleich in den Bächen der Hochebene von Quito in Höhen von 9000 bis 9800 Fuß‖) lebt. Es gehört zu derjenigen Abzweigung

*) Kosmos 4. Buch S. 804.

†) Bouguer, Figure de la Terre p. LXVIII und LXXI; derſelbe in den Mém. de l'Acad. des Sc. 1744 p 37 und 270. Reſte liegen gebliebener, durch Hinderniſſe aufgehaltner Trümmerzüge habe ich ſelbſt am Cotopaxi bei dem Löwenberge (Puma-Urcu) gefunden (Kosmos 4. Buch S. 812).

‡) Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée Vol. I. (1811): Mémoire sur une nouvelle espèce de Pimelode, jetée par les Volcans de Quito, p. 21—25, Planche VII; Vol. II. (1833): Mémoire sur les Poissons fluviatiles de l'Amérique équinoxiale p. 143—151. Dr. Karſten, in ſeiner intereſſanten Abhandlung über die geognoſtiſchen Verhältniſſe Neu Granada's 1856 S. 92, ſieht als Urſach der ſogenannten Fiſch-Auswürfe des Imbaburu die Ueberſchwemmung des nahen Sees an, welche durch eine vom Vulkan in den See herabſtürzende Felsmaſſe veranlaßt wurde. Die dem See eigenen Preßadillen blieben faulend liegen, als die Waſſer ſich zurückgezogen hatten.

‖) Alſo 2800 Fuß höher als nach einer Arbeit, die der ſcharfſinnige Phyſiker und Geologe Ramond für mich unternommen hatte, über das Maximum der Höhe, auf welcher die Seen in der Kette der Pyrenäen von Fiſchen belebt ſind. "Le *Salmo fario* (la truite commune) et le *Salmo alpinus* (la truite noire) vont jusqu'a 1170 toises de hauteur, jusqu'au lac d'Es-

der Siluroïden, welche Lacépède Pimeloden genannt hat. Die älteste Nachricht von Auswurf dieser Pimeloden, die mir ein aufmerksamer und wissenschaftlich unterrichteter Beobachter, Juan de Larea, mitgetheilt hat, steigt bis 1691 im Vulkan Imbaburu hinauf. Die der Villa de Ibarra nahen Felder wurden mit todten Fischen gefüllt; und man schrieb bösartige Fieber, welche zu der Zeit ausbrachen, der faulenden, mit Gestank die Luft verpestenden, organischen Masse zu. Noch wenige Jahre vor meiner Ankunft hatte Imbaburu dieselben Schlamm-Ausbrüche, reich an Fischen, geliefert. Aehnliche Erscheinungen kennt man vom Carguairazo, als sein Gipfel 1698 einstürzte, vom Tungurahua und Cotopaxi. Die Fische, welche der letztgenannte Vulkan auswarf, verpesteten die Luft auf den Besitzungen des Marques de Selvalegre, des Vaters meines unglücklichen, theuren Reisegefährten, Carlos Montufar. Der Pimelodus Cyclopum — das ist der etwas mythische Name, unter dem ich auf Cuvier's Geheiß die kleine Preñadilla bekannt gemacht habe — ist gar nicht häufig in den Bächen der Cordilleren, und wird doch zu vielen Tausenden ausgeworfen. Das Fischchen, sagt man, sei lichtscheu: weil da, wo man, wie am Imbaburu, eine bleibende Communication zwischen den inneren Berghöhlen und den Gebirgsbächen vermuthet, z. B. am Desague de Peguchi zwischen Otavalo und San Pablo, die Pimeloden nur in sehr dunklen Nächten gefischt werden können. Sie kommen sogar, sagt man, nicht aus dem Berge heraus, so lange der Vollmond über dem Horizont steht. Ueber alle diese Verhältnisse: besonders über die Höhe der Spalten, aus denen der Fisch-Auswurf geschieht, und über die Ursachen, welche die Thierchen zu einer solchen Höhe erheben; fehlt es noch ganz an Beobachtungen. Ich war nur wenige Stunden lang in der Nähe von Imbaburu und Cotocachi, als ich aus der Provinz de los Pastos über die Villa de Ibarra nach Quito kam, und wußte damals noch nichts von einem Phänomen, das in Europa lange Unglauben gefunden hat: wie der Fall der Meteorsteine, wie die Fuß-Eindrücke in Felsschichten und die Existenz des Guacharo, der von mir abgebildeten Steatornis caripensis.

Ich entlehne meinen Tagebüchern absichtlich auch das, was ich durch eigene Ansicht habe weder bekräftigen noch widerlegen können. Erneuerte Veröffentlichung einer bezweifelten wichtigen Erscheinung ist ein sicheres Mittel zu ernster Untersuchung anzuregen, zu unterscheiden: ob durch vulkanische Thätigkeit eine Communication zwischen inneren mit Wasser gefüllten Höhlungen und den äußeren Bächen eröffnet wird, oder ob zu der plötzlichen Tödtung der diesen Bächen ursprünglich eigenen Prenadillen die Beimischung heißer oder schwefelsauren Schlammes Veranlassung gegeben habe. Eine solche Untersuchung kann aber nur von Gewicht sein, wenn sie zur Zeit des hier besprochenen Vorfalls selbst oder unmittelbar nach demselben statt findet. Unterirdisches thierisches Leben ist ja auch unvulkanischen Alpengegenden Europa's nicht ganz fremd: da, wo fließende Wasser in langgedehnten Höhlen ihren Ursprung haben.

Eine andere, ebenfalls sehr merkwürdige Erscheinung: die Ausbrüche der Moya, in sich bewegenden, alles umstürzenden, kleinen Kegeln; verdient hier noch eine besondere Erwähnung, wenn sie auch nur theilweise mit den Vulkanen zusammenhängt. Der berühmte, mir in Spanien eng befreundete Botaniker Cavanilles hat wohl am frühesten der Moya oder Muya und des furchtbaren, verheerenden Erdbebens von Riobamba am 4. Februar 1797 gedacht.*) Fünf Jahre nach dem großen Ereigniß konnte ich den Schau-

coubous: au-dessus de ce lac, p. e. au lac d'Oncet, au pied du Pic de Midi (à 1187^t d'élévation), il n'y a plus de poisson par les 42°½ à 43° de latitude. Le poisson manque là où, comme dans les lacs supérieurs de Néouvielle, les eaux ne dégèlent que durant un mois ou deux. Les poissons ne peuvent vivre dans des lieux où les eaux sont privées de l'influence de l'air atmosphérique."

*) "Miranda in hac catastrophe evenerunt fenomena," sagt der Abad Cavanilles in seinem Prachtwerke (Icones Plantarum, quae aut sponte in Hispania crescunt, aut in hortis hospitantur, Vol. V. 1799 Praef. p. II). "Prope Pelileo urbem mons erat mirae magnitudinis *La Moya* nuncupatus, qui cum ictu ruit, eodemque temporis momento flumen ingens vomit conspurcatae ac fetidissimae aquae quae urbis vestigia penitus delevit, superstitesque eves volutavit arripuit sepelivit." Es gab keinen Berg dort, der Moya oder Cerro de la Moya hieß. In Terte (S. 902) habe ich die indischen Namen der Gegend, welche ich mit der Boussole aufnahm und gebannte, mitgetheilt. Nach Cavanilles waren die 2 großen

platz dieser Verheerungen selbst untersuchen. Die Moya, welche man nicht mit dem, bei allen Vulkanen so häufigen, vulkanischen Tuff verwechseln muß, ist eine schwärzlich braune, theilweise graue, erdige und zerreibliche Masse: in der sich erbsengroße, gelbliche und weiße, feinporige Einmengungen finden. Man erkennt darin, doch nicht häufig, kleine Körner unvollkommen ausgebildeter, schwärzlich grüner Krystalle von Augit. Letztere sind am leichtesten zu sammeln, wenn man die Moya schlemmt; auch werden dabei einige Krystall-Bruchstücke abgesondert, die entweder glasiger Feldspath oder Labrador sind. Die charakteristische Streifung der letzteren ist nicht deutlich zu erkennen. Da in meinen Tagebüchern damals die nahen anstehenden Felsmassen als Trapp-Porphyre (also als Trachyte), bestehend aus einer graulich grünen, thonartigen Grundmasse mit vielem glasigen Feldspath und etwas Hornblende, ohne allen Quarz, beschrieben wurden;*) so fand ich mich bei Erkennung der Feldspath- und Augit-Bruchstücke, welche ich für Hornblende hielt, veranlaßt, die ausgeworfne bewegliche Masse in einem Bericht an das National-Institut einen verwitterten Trapp-Porphyr zu nennen. Die Beimengung brennbarer Stoffe konnte nicht übersehen werden, da wir die Indianer-Weiber in Pelileo, ohne allen Zusatz eines anderen Brennmaterials, mit der Moya ihre Speisen kochen sahen. Ich erinnerte damals Klaproth daran, daß Vanquelin in festen anstehenden vulkanischen Gebirgsarten der Auvergne Chlor-Ammonium gefunden hatte.

Die Moya, welche ich wie den Guano zuerst nach Europa gebracht habe, ist auf einer ebenen, etwas feuchten, grünbewachsnen, grasreichen Flur westlich von dem Städtchen Pelileo, in 1318 Toisen Höhe über dem Meere, ausgebrochen; ja um vieles höher noch und auf trockenem Boden stiegen bei dem Alten Riobamba kegelförmige Hügel aus Spalten hervor, die sich fortbewegten, Häuser umstürzten und alles überdeckten. Dieses unbestrittene Wandern der Moya-Kegel, über das wir Gelegenheit gehabt haben, so viele Augenzeugen auszufragen, ist den translatorischen Bewegungen in horizontaler Richtung analog, von welchen die Erdbeben in Calabrien und Riobamba so viele Beispiele gegeben haben theils im Verschieben nicht entwurzelter Baumalleen, theils in dem gegenseitigen Umtausch oder Sich-Verdrängen sehr verschiedenartiger Culturstücke.†) Wir sehen die Erscheinungen sich wiederholen, aber die dynamischen Ursachen solcher Bewegungen in einzelnen Theilen der Bodenfläche sind noch in Dunkel gehüllt. Die Masse der frisch ausgeworfnen Moya war flüssig, wie uns einige der in Pelileo geretteten Eingebornen erzählten; sie nannten es „einen sich fortwälzenden Brei, der bald erhärtete." Viele Stücke der Moya färben die Hände schwarz. Die Moya brennt wie schlechter Torf oder wie Lohkuchen ohne Flamme, giebt aber dabei eine sehr intensive Wärme. Die ersten Untersuchungen der Moya wurden von Vanquelin und mir, später von Klaproth gemacht. Die chemische Analyse des Letzteren gab 7mal mehr Hydrogen-Gas als kohlensaures Gas; dazu brenzliges Oel, Natron und mit Ammonium angeschwängertes Wasser.

Den chemischen Analysen folgte die mineralogische. Durch Ehrenberg's glänzende Ent-

---

*) In einem Briefe an den berühmten mineralogischen Chemiker Klaproth vom September 1802. S. meine Ansichten der Natur, 2te Ausg. Bd. II. S. 201, wo zugleich der Ehrenberg'schen Untersuchungen (Bd. II. S. 171, Note) gedacht ist.

†) Essai s. l. Nouv. Esp. T. IV. p. 128.

deckungen war besonders seit dem Jahre 1837 der Einfluß des kleinsten Lebens auf Mischung von Erden und Bildung der Gebirgsarten immer mehr hervorgetreten, und hatte die vulkanischen Aschen, welche Luftströme in großer Ferne fortführen, zu einem wichtigen Gegenstand organischer Untersuchung gemacht. Da nun die Klaproth'sche Mineralien-sammlung und mit ihr die von mir gesammelte Moya von Pelileo in das königliche Mineralien-Cabinet zu Berlin überging, so wurde letztere 1846 von meinem sibirischen Reisegefährten, Prof. Ehrenberg, vollständig microscopisch untersucht. Es fanden sich darin 61 namhafte organische Gestalten (14 kiesel- und weichschalige Polygastern, 5 Theile Fichten-Pollen und 45 kieselerdige Phytolitharien: meist Gramineen, welche wohl die Hauptmasse der Kohle darbieten und durch lange Spaltöffnungen der wellenförmig gezahnten Epidermis sich kenntlich machen. Nichts gehört dem Meeresleben zu, und die organische Mischung der Moya beträgt mehr als die Hälfte des Volums. Die Pflanzengewebe sind verkohlt, nicht verrottet. Neben dem sehr vereinzelten Augit und Feldspath zeigen sich hier und da kurzzellige Bimsstein-Theile. Das Ganze schien dem microscopischen Analytiker ein „aus verbrannten Vegetabilien und Wasser gemischter Erdbrei der Oberfläche zu sein, welcher, nachdem er in's Innere eingeschlürft gewesen, (durch vulkanische Kräfte) wieder herausgetrieben wurde."

Die beiden Ausbruchs-Orte der Moya bei Alt-Riobamba und bei Penipe sind vier geogr. Meilen von einander entfernt, Penipe aber ist dem noch thätigen Vulkan Tungurahua um 1½ Meilen näher als Riobamba. Ich habe einen Plan der Umgegend von Penipe aufgenommen. Die sich bewegenden, fortschreitenden Moya-Kegel sind westlich von den Ruinen von Penipe in einer feuchten Grasebene aufgestiegen, welche die Oeffnung eines hufeisenförmig gekrümmten Gebirgsrücken ausfüllt. Die Oeffnung wird im Norden vom Cerro de Chumaqui, im Süden vom Cerro de Pucara gebildet: beide auf meinem Plane Trapp-Porphyr (Trachyt) genannt. Auch der alte erloschene Vulkan von Imbaburu, südlich von der Villa de Ibarra, über 29 geogr. Meilen im Norden von Penipe, hat im Jahre 1844 eine röthlich aschgraue Moya ausgeworfen, von der mir einige Proben geschickt worden sind. Nach Ehrenberg's Untersuchung enthielten diese 13 Polygastern und, den zehnten Theil des ganzen Volums ausmachende Phytolitharien. In einem Exemplar der Eunotia amphioxys waren noch die grünen eingetrockneten Eierschläuche, einzeln von Glühhitze geschwärzt, zu erkennen. *)

Auch in der Andeskette des südlichen Chili's, in der Breite von 37° 7' S., fast dem Hafen von Talcahuano gegenüber, bietet der Vulkan von Antuco, welchen zuerst Eduard Pöppig und Domeyko geologisch untersucht haben und dessen feurige Ausbrüche und wirkliche Lavaströme vom Sept. 1852 nach der Angabe von Gilliß der englische Reisende E. R. Smith als Augenzeuge beschreibt, das merkwürdige Phänomen von Wasser-Ergießungen dar. †) „Dieser Vulkan," sagt der geistreiche Pöppig, „ist einer von denjenigen, in denen die größeren Eruptionen mit der Ergießung einer Wassermasse von kalter Temperatur endigen. Jeder der Einwohner des Thales, einfache Landleute, deren Bericht zu trauen ist, bezeugen diese Wasser-Ausbrüche. Der letzte, sehr heftige, war vom Jahr 1820. Ein Wasserstrom, welcher aus einer Spalte des Kegels floß, hatte den Boden tief aufgerissen und die Lavabetten klafterhoch mit übelriechendem, rothgelbem Schlamme bedeckt. Ich fand selbst noch acht Jahre später eine tiefe Furche, die bis auf die Hälfte des Vulkans von Antuco reichte und weiter oben mochte verschüttet sein. Am Krater selbst sieht man keine Spur; allein daß aus ihm der Wasserstrom hervorgebrochen sei, behaupten alle Antucaner. Ob jene Wasser- und Schlamm-Ergießungen Folgen der Infiltration der

*) Bericht über die Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1846 S. 190.

†) Gilliß, Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere (Washington) 1855 p. 4 und 13; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. 1834 S. 427; Domeyko in den Annales des Mines, 4me Série T. XIV. 1848 p. 187 (Kosmos 4. Bd. S. 786).

Gletscher sind, oder durch Verbindungen entstehen, welche der vulkanische Heerd mit dem nahen, 1½ geogr. Meilen langen Antuco-See hat, wird kein späterer Forscher leicht entscheiden." Die untere Schneegrenze liegt nach Gilliß in dieser Breite 6200 Fuß hoch, also 2470 Fuß unter dem Gipfelkrater. Ich übergehe das merkwürdige Gemenge von Bimsstein, Obsidian-Körnern, kieselschaligen Polygastern und Pflanzentheilen von dem durch Meyen untersuchten Hügel von Tollo, zwei volle Tagereisen entfernt von dem Vulkan Maypu (34° 17′ S.B.), der selbst nie Bimsstein ausgespieen hat. Dies Phänomen erinnert an die isolirte Position der Bimsstein-Schichten von Guapulo, vom Rio Mayo und von Huichapa, östlich von Queretaro (Kosmos 4. Buch S. 815); und an das analoge von Acangallo bei Arequipa in Peru: die Ehrenberg ebenfalls microscopisch zergliedert hat.*)

Von dem Neuen Continent auf den Alten übergehend, müssen wir zuerst in Europa an die Wasser-Ausbrüche des Aetna's und des Vesuvs erinnern. Die seltsamen Erscheinungen sind mit Recht schon vor einem Jahrhundert (von Magliocco, Braccini und Paragallo) theils Ansammlungen von geschmolzenem Schnee- und Regenwasser in inneren Höhlungen, theils vulkanischen Gewittern in den den Krater umgebenden Luftschichten zugeschrieben worden. Die großen Epochen der Ueberschwemmungen waren für den Vesuv der 17te December 1631, für den Aetna der 9te März 1755. Die Wassermasse, welche an dem eben genannten Tage vom Kegel des Vesuvs herabkam, war so groß, daß, bei Nola, an einigen Stellen die Ueberschwemmung 12 Fuß Höhe hatte. Am 18ten und 31sten December erneuerte sich das furchtbare Phänomen gegen Resina und Ottajano hin. Da der Krater in Wolken gehüllt blieb, so kann man nicht mit Gewißheit entscheiden, was aus ihm überströmte oder dem entstandenen Gewitter zugehörte. Die ausgeworfenen Seemuscheln, Algen und kleinen Fische bleiben sehr ungewiß. Auch 1779 und 1794 werden Schlammströme (mit Rapilli und Sand gemischte Wasser, die lave d'acqua e lave di fango, von Scacchi in seiner Chronologie der Eruptionen aufgeführt.†) Am Aetna brachen am 9. März 1755 die heißen Wasser nicht aus dem Krater, sondern am Fuß des Kegels aus Spalten hervor, und wurden ebenfalls von Mecatti dem geschmolzenen Schnee zugeschrieben. Da ich einen Monat nach der großen Eruption des Vesuvs vom 22. October 1822 den Vulkan mehrmals besucht habe, so kann ich ein merkwürdiges Beispiel von den Täuschungen anführen, zu welchen die Flüchtigkeit der Beobachtung Anlaß giebt. Am 26. October verbreitete sich in der Umgegend des Vesus das Gerücht: ein Strom siedenden Wassers stürze den Aschenkegel herab. Monticelli erkannte bald, daß eine optische Täuschung dieses irrige Gerücht verursacht habe. Der vorgebliche Strom war eine große Menge trockner Asche, die aus einer Kluft in dem obersten Rande des Kraters, wie Triebsand, hervorschoß. Nach einer die Felder verödenden Dürre, welche dem von Lord Minto beschriebenen Ausbruch des Vesuvs vorhergegangen war, erregte gegen das Ende desselben das vulkanische Gewitter einen wolkenbruchartigen, aber lange anhaltenden Regen‡), der gefahrbringende Ueberfluthungen bewirkte.

In dem vulkanischen Theil der Eifel ist die Traß-Bildung wohl nicht Schlamm-

*) Ehrenberg, Mikrogeologie S. 302—306; Meyen, Reise um die Erde Th. I. S 339. Die Breiten der Vulkane von Antuco und Maypu sind dem Werke von Gilliß (Vol. I. p. 13) entlehnt, aber die von dem amerikanischen Astronomen im Texte gegebenen Breiten weichen sehr von denen der angehängten Karten von Pissis und Allan Campbell ab. Nach diesen liegt der Vulkan Maypu in lat. 33° 46′, also einen halben Grad nördlicher.

†) S. die vortreffliche Schrift von Roth: der Vesuv und seine Umgebung 1857 S. XXXIII, 9, 13—15, 70 und 164. Zur Erinnerung an den Ausbruch des Vesuvs am 17. December 1631 ließ der Vicekönig Fonseca y Zuñiga, Graf von Monterey, eine Inschrift in Portici aufstellen, in der die Worte vorkommen: jam, jam erumpit, mixtum igne lacum evomit. Vergl. Antonio Parrino, Teatro de' Vicerè del regno di Napoli 1692 T. II. p. 227. Auch der isländische Vulkan Oeräfa, dessen östliche Kuppe Knappfellsjökull heißt, ist wegen seiner Wasserausbrüche bekannt: die aber nach Sartorius von Waltershausen (physisch-geogr. Skizze von Island 1847 S. 108) nur dem plötzlichen Schmelzen von Eis und Schnee zuzuschreiben sind.

‡) S. meine Abhandlung über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verschiedenen Erdstrichen (Ansichten der Natur 1849 Bd. II. S. 273), wie oben S. 895 und dazu die Anm. *).

Ausbrüchen zuzuschreiben. Die Bimssteine scheinen trocken ausgeworfen zu sein, und die Hauptmasse des Ducksteins ist nach H. von Dechen ein durch Wasser abgesetztes, sehr neues Conglomerat.*) Nach Ehrenberg's rastlosen und scharfsinnigen Untersuchungen der vulkanischen Tuffe am Hochsimmer, im Brohl-Thale, am Backofenstein bei Bell, oder am Laacher See sind überall dort Bimssteine mit Phytolitharien und kieselschaligen Polygastern so innig gemengt, daß an dem uralten geologischen Zusammenhange solcher gefritteter Organismen mit der vulkanischen Thätigkeit wohl kaum zu zweifeln ist. Der von Ehrenberg eingeführte Name der Pyrobiolith-Bildung (vulkanischer Infusorien-Tuff) drückt eine Thätigkeit aus, deren ursachliche Verhältnisse noch in Dunkelheit gehüllt sind, aber durch diesen Umstand selbst die Nähe künftiger Entdeckungen verkündigen.†) Der Charakter von Süßwasser-Bildungen ist der herrschende in diesem Gebiete; doch sollen nach Ehrenberg's microscopischer Untersuchung die in Patagonien von Darwin gesammelten Erdschichten ausnahmsweise „einen vulkanisch verarbeiteten Meeresboden“‡) erkennen lassen.

Zu der, dem westlichen Amerika gegenüberstehenden, östlichen Küste Asiens übergehend, gedenken wir zuerst in der Vulkan-Reihe der Halbinsel Kamtschatka der heißen Wasser-Ausbrüche zweier noch entzündeter Vulkane, des Awatscha und Kliutschewsk.§) Adolph Erman und Postels schreiben diese Schlammströme ebenfalls nur dem während der Lava-Ergießungen geschmolzener Eise und mit Asche (Rapilli) gemengtem Schnee zu. In dem Drei-Inselreiche Japan finden sich auf der nördlichsten Insel Kiusiu, westlich vom Hafen Simabara, Koth-Vulkane, die schwarzen Schlamm ausspeien, ähnlich denen von Taman auf der Halbinsel Apscheron; aber das wichtigste, recht eigentlich hierher gehörige Phänomen ist die Erhebung des großen Kegelberges Fusijama auf Nipon, welcher aus dem durch eine Bodenversenkung eines großen Landstrichs in der Provinz Umi-siu neugebildeten großen See Mitsu Umi sich auf einmal erhoben haben soll, 286 Jahre vor unserer Zeitrechnung.§) Leider bleiben die näheren Umstände dieser See-Entstehung wie der Berg-Erhebung in historisches Dunkel gehüllt. Ernsthafte Untersuchungen der Oertlichkeit, von einem wissenschaftlichen Reisenden, würden selbst in der Jetztzeit noch einiges Licht über diese Erhebung wie über die des Vulkans von Taal¶) auf Luzon verbreiten können.

Unter den 48 Vulkanen der Insel Java, von denen die Hälfte gegenwärtig entzündet ist, haben zwei durch ihre Schlamm-Ausbrüche selbst in diesem Jahrhundert sich eine große Berühmtheit erworben, der Idjen und der Gelunggung. Der erstere hat am Kratersee Kawah Idjen 7265: im östlichsten Theile**), als Merapi Idjen, 8065 Fuß; der

*) Kosmos 4. Buch S. 759.

†) Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1844 S. 324—344, 1845 S. 133—139 und 150—158, 1846 S. 133—158.

‡) Ehrenberg a. a. O. 1844 S. 145.

§) Lütke, Voyage autour du Monde T. III. p 67 und 79—82; Kosmos 4. Buch S. 825—826; Adolf Erman, Reise um die Erde Bd. III. S. 371, 377 und 539.

§) Klaproth und Stanislas Julien in meiner Asie centrale T. II. p. 543; Léopold de Buch, Iles Canaries p. 442.

¶) Kosmos 4. Buch S. 763.

**) Ich erinnere, daß es drei Vulkane mit Namen Merapi (in dessen hinterem Theile man das malayische Wort Api Feuer vermuthen sollte) giebt, deren einer auf Sumatra (8980 Par. Fuß) und zwei auf Java liegen: der Merapi bei Dschogyakarta (8640 Fuß) und am östlichsten Ende der Insel der Merapi-Idjen, ein kraterloser höchster Gipfel (8065 Fuß) des großen Vulkans Idjen; Junghuhn, Java 1. Abth. S. 69. (Im Prosil II ist Merapi-Idjen zu 8500 Fuß angegeben, Kosmos 4. Buch S. 791.) Die Schlamm-Vulkane von Java, unter welchen der von Perunwadadi, nahe bei den lob- und brandsalzigen Wassern von Kumu, durch die von Ehrenberg aufgefundenen Polygastern und Phytolitharien berühmt geworden ist (Verhandlungen der Academie der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1855 S. 574, und Junghuhn Java Abth. II. S. 275), haben, nach dem Zeugniß des eben genannten großen Naturforschers, sehr wahrscheinlich jene wunderbaren, theilweise gestielten und geschwänzten, hohlen Kügelchen und Eisenblasen hervorgebracht, die am 14. November 1856 auf dem Schiff Josika Bates 60 geogr. Meilen südöstlich von der Insel Java in der Südsee als Meteorstaub aufgesammelt wurden. Ganz ähnliche hohle Kügelchen sind auf der Halbinsel Apscheron (Baku) noch Lenz bei dem großen Flammen-Ausbruch der Salse von Bakitchi am 7. Februar 1839 als vulkanische Asche ausgestreuet werden. (Eichwald in Humboldt's Asie centrale T. II. p. 513: "Il fut lancé dans l'air une prodigieuse quantité de petites sphères creuses, semblables à la menue dragée avec laquelle on tue les petits oiseaux" Kosmos 4. Buch S. 745; Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1858 S. 2—10.)

Gelunggung wird zu ohngefähr 6000 Fuß Höhe geschätzt. Der Idjen, welchen Leschenault de la Tour schon 1805 besucht hatte, gab am 6. Januar bis 11. Februar verheerende Schlammströme (Meteorwasser mit vieler ausgeworfener Asche vermengt.*) Am Gelunggung hat der Schlammstrom vom 8. October 1822 allerdings nur 5 Stunden gedauert, und dennoch haben seine Verwüstungen nach officiellen Berichten gegen 4000 Dorfbewohnern das Leben gekostet.†) Von feurigen Ausbrüchen aus dem Krater war nichts gesehen worden; aber Blitze durchkreuzten das dunkle Gewölk, welches den Gipfel umgab: sichere Anzeigen dessen, was ich vulkanisches Gewitter nenne. Die dickeren Theile des Schlammes wurden durch die Luft geschleudert vom Gipfel des Gulunggung bis jenseits Tji-Tandui, in einer geradlinigen Entfernung von 48000 Fuß, also mehr als 2 geographische Meilen. Einige dem Vulkan nahe liegende Dörfer litten weniger, weil der heiße Schlamm über sie wegflog. Um in diesen Erscheinungen den Ursprung des Wassers und des Schlammes zu erklären, erinnert Junghuhn mit vielem Scharfsinn, daß da, wo solche Ausbrüche erfolgen, sich Kraterseen befinden; und daß, wo diese fehlen, man nur trockene oder feurige Stoffe von den vulkanischen Kegeln als wirkliche Lavaströme, oder als unzusammenhangende, glühende Schlackenmassen, oder als bloße, nicht erwärmte Trümmerzüge (vereinzelte Felsblöcke) herabkommen sieht. Von den 18 Kraterseen, welche die Insel Java besitzt, enthalten 7 süßes, helles, trinkbares Wasser, weil sie in ganz ausgebrannten Vulkanen liegen; in 11 andern ist das Wasser mit freier Schwefelsäure oder mit aufgelöster schwefelsaurer Kali-Thonerde gemischt. Alle diese Wasser haben einen atmosphärischen Ursprung und die Säurung geschieht durch vulkanische Dämpfe. Von geschmolzenem Schnee und Eis, die in den Cordilleren, selbst dem Aequator nahe, eine so wichtige Rolle spielen, kann hier keine Rede sein, da auf Sumatra und Java die höchsten Gipfel, der Indrapura und der Semeru, nur 11500 und 11480 Höhe erreichen und also 3000 Fuß unter der Grenze liegen, welche man in dieser Breite dem ewigen Schnee zuzuschreiben berechtigt ist. „Bei allen diesen Erscheinungen", sagt Junghuhn wohl mit Recht, „ist kein Wasser in tropfbarem Zustande aus dem Heerde der Vulkane ausgeworfen worden; der Krater hat nur Dämpfe und Asche geliefert: während das flüssige Wasser, welches das umliegende flache Land überströmte, erst durch die Verdichtung der Dämpfe in den kälteren Luftschichten gebildet wird und sich zu dem gesellt, welches die Kraterseen hergeben. Die Schlammströme des Gelunggung, welche sowohl scharfeckige, selten poröse oder schlackige Blöcke, als auch trachytische Felstrümmer von 4 bis 7 Fuß Durchmesser mit sich führen, haben durch ihren Absatz eine Gestaltung der Bodenfläche veranlaßt, welche in hohem Grade die Aufmerksamkeit des Hydraulikers und des Geognosten auf sich zu ziehen verdient." Dies Phänomen, sehr genau beschrieben und durch eine Zeichnung erläutert, ist 1822 am Gelunggung durch einen Schlammstrom bewirkt, der von einem Vulkan aus 3590 Fuß Kraterhöhe herabstürzte. Die entstandenen Trümmerhügel sind keineswegs selbst vulkanischen Ursprungs oder durch unterirdische Thätigkeit hervorgebracht, wie die zahllosen geöffneten oder ungeöffneten kleinen conischen Hügel, welche so viele Vulkane umgeben und nur zu allgemein Ausbruch-Kegel genannt werden. Auf der ganzen Insel Java selbst findet man nur etwas anologes am Vulkan Gunung Guntur, der isolirte Hügel von 20—30 Fuß Höhe und flach-hemisphärischer Form, aus Steintrümmern und Sand zusammengesetzt, doch weniger regelmäßig gereiht, darbietet.‡) Die Schlammströme der Vulkane Kelut und Tangkuban lassen sichtbare Spuren ihrer Verheerung, aber keine conische Hügel. Außerhalb der Insel Java ist wohl nirgends das von Junghuhn beschriebene Phänomen wiederholt.

Nach einer mäßigen Schätzung steigt am Gelungung die Zahl der gereihten Hügel,

*) Junghuhn, Java, seine Gestalt u. s. w. Abtheil. II. S. 707—709.

†) A. a. O. S. 111—115 und 119—131.

‡) A. a. O. S. 391.

der Siluroïden, welche Lacépède Pimeloden genannt hat. Die älteste Nachricht von Auswurf dieſer Pimeloden, die mir ein aufmerkſamer und wiſſenſchaftlich unterrichteter Beobachter, Juan de Larea, mitgetheilt hat, ſteigt bis 1691 im Vulkan Imbaburu hinauf. Die der Villa de Ibarra nahen Felder wurden mit todten Fiſchen gefüllt; und man ſchrieb bösartige Fieber, welche zu der Zeit ausbrachen, der faulenden, mit Geſtank die Luft verpeſtenden, organiſchen Maſſe zu. Noch wenige Jahre vor meiner Ankunft hatte Imbaburu dieſelben Schlamm-Ausbrüche, reich an Fiſchen, geliefert. Aehnliche Erſcheinungen kennt man vom Carguairazo, als ſein Gipfel 1698 einſtürzte, vom Tungurahua und Cotopaxi. Die Fiſche, welche der letztgenannte Vulkan auswarf, verpeſteten die Luft auf den Beſitzungen des Marques de Selvalegre, des Vaters meines unglücklichen, theuren Reiſegefährten, Carlos Montufar. Der Pimelodus Cyclopum — das iſt der etwas mythiſche Name, unter dem ich auf Cuvier's Geheiß die kleine Preñadilla bekannt gemacht habe — iſt gar nicht häufig in den Bächen der Cordilleren, und wird doch zu vielen Tauſenden ausgeworfen. Das Fiſchchen, ſagt man, ſei lichtſcheu: weil da, wo man, wie am Imbaburu, eine bleibende Communication zwiſchen den inneren Berghöhlen und den Gebirgsbächen vermuthet, z. B. am Desague de Peguchi zwiſchen Otavalo und San Pablo, die Pimeloden nur in ſehr dunklen Nächten geſiſcht werden können. Sie kommen ſogar, ſagt man, nicht aus dem Berge heraus, ſo lange der Vollmond über dem Horizont ſteht. Ueber alle dieſe Verhältniſſe: beſonders über die Höhe der Spalten, aus denen der Fiſch-Auswurf geſchieht, und über die Urſachen, welche die Thierchen zu einer ſolchen Höhe erheben; fehlt es noch ganz an Beobachtungen. Ich war nur wenige Stunden lang in der Nähe von Imbaburu und Cotocachi, als ich aus der Provinz de los Pastos über die Villa de Ibarra nach Quito kam, und wußte damals noch nichts von einem Phänomen, das in Europa lange Unglauben gefunden hat: wie der Fall der Meteorſteine, wie die Fuß-Eindrücke in Felsſchichten und die Exiſtenz des Guacharo, der von mir abgebildeten Steatornis caripensis.

Ich entlehne meinen Tagebüchern abſichtlich auch das, was ich durch eigene Anſicht habe weder bekräftigen noch widerlegen können. Erneuerte Veröffentlichung einer bezweifelten wichtigen Erſcheinung iſt ein ſicheres Mittel zu ernſter Unterſuchung anzuregen, zu unterſcheiden: ob durch vulkaniſche Thätigkeit eine Communication zwiſchen inneren mit Waſſer gefüllten Höhlungen und den äußeren Bächen eröffnet wird, oder ob zu der plötzlichen Tödtung der dieſen Bächen urſprünglich eigenen Prenadillen die Beimiſchung heißer oder ſchwefelſauren Schlammes Veranlaſſung gegeben habe. Eine ſolche Unterſuchung kann aber nur von Gewicht ſein, wenn ſie zur Zeit des hier beſprochenen Vorfalls ſelbſt oder unmittelbar nach demſelben ſtatt findet. Unterirdiſches thieriſches Leben iſt ja auch unvulkaniſchen Alpengegenden Europa's nicht ganz fremd: da, wo fließende Waſſer in langgedehnten Höhlen ihren Urſprung haben.

Eine andere, ebenfalls ſehr merkwürdige Erſcheinung: die Ausbrüche der Moya, in ſich bewegenden, alles umſtürzenden, kleinen Kegeln; verdient hier noch eine beſondere Erwähnung, wenn ſie auch nur theilweiſe mit den Vulkanen zuſammenhängt. Der berühmte, mir in Spanien eng befreundete Botaniker Cavanilles hat wohl am früheſten der Moya oder Muya und des furchtbaren, verheerenden Erdbebens von Riobamba am 4. Februar 1797 gedacht.*) Fünf Jahre nach dem großen Ereigniß konnte ich den Schau-

coubous: au-dessus de ce lac, p. e. au lac d'Oncet, au pied du Pic de Midi (à 1187^t d'élévation), il n'y a plus de poisson par les 42°½ à 43° de latitude. Le poisson manque là où, comme dans les lacs supérieurs de Néouvielle, les eaux ne dégèlent que durant un mois ou deux. Les poissons ne peuvent vivre dans des lieux où les eaux sont privées de l'influence de l'air atmosphérique."

*) "Miranda in hac catastrophe evenerunt fenomena," ſagt der Abad Cavanilles in ſeinem Prachtwerke (Icones Plantarum, quae aut sponte in Hispania crescunt, aut in hortis hospitantur, Vol. V. 1799 Praef. p. II). "Prope Pelileo urbem mons erat mirae magnitudinis *La Moya* nuncupatus, qui ictu ruit, eodemque temporis momento ferme ingens vomit conspurcatae ac fetidissimae aquae quae urbis vestigia penitus delevit, superstitesque ibi volutavit arripuit sepelivit." Es gab keinen Berg dort, der Moya oder Cerro de la Moya hieß. Im Texte (S. 902) habe ich die indiſchen Namen der Gegend, welche ich mit der Bouſſole aufnahm und zeichnete, mitgetheilt. Nach Cavanilles waren die 3 ganz

platz dieſer Verheerungen ſelbſt unterſuchen. Die Moya, welche man nicht mit dem, bei allen Vulkanen ſo häufigen, vulkaniſchen Tuff verwechſeln muß, iſt eine ſchwärzlich braune, theilweiſe graue, erdige und zerreibliche Maſſe: in der ſich erbſengroße, gelbliche und weiße, feinporige Einmengungen finden. Man erkennt darin, doch nicht häufig, kleine Körner unvollkommen ausgebildeter, ſchwärzlich grüner Kryſtalle von Augit. Letztere ſind am leichteſten zu ſammeln, wenn man die Moya ſchlemmt; auch werden dabei einige Kryſtall-Bruchſtücke abgeſondert, die entweder glaſiger Feldſpath oder Labrador ſind. Die charakteriſtiſche Streifung der letzteren iſt nicht deutlich zu erkennen. Da in meinen Tagebüchern damals die nahen anſtehenden Felsmaſſen als Trapp-Porphyre (alſo als Trachyte), beſtehend aus einer graulich grünen, thonartigen Grundmaſſe mit vielem glaſigen Feldſpath und etwas Hornblende, ohne allen Quarz, beſchrieben wurden;*) ſo fand ich mich bei Erkennung der Feldſpath- und Augit-Bruchſtücke, welche ich für Hornblende hielt, veranlaßt, die ausgeworfne bewegliche Maſſe in einem Bericht an das National-Inſtitut einen verwitterten Trapp-Porphyr zu nennen. Die Beimengung brennbarer Stoffe konnte nicht überſehen werden, da wir die Indianer-Weiber in Pelileo, ohne allen Zuſatz eines anderen Brennmaterials, mit der Moya ihre Speiſen kochen ſahen. Ich erinnerte damals Klaproth daran, daß Vanquelin in feſten anſtehenden vulkaniſchen Gebirgsarten der Auvergne Chlor-Ammonium gefunden hatte.

Die Moya, welche ich wie den Guano zuerſt nach Europa gebracht habe, iſt auf einer ebenen, etwas feuchten, grünbewachſnen, grasreichen Flur weſtlich von dem Städtchen Pelileo, in 1318 Toiſen Höhe über dem Meere, ausgebrochen; ja um vieles höher noch und auf trockenem Boden ſtiegen bei dem Alten Riobamba kegelförmige Hügel aus Spalten hervor, die ſich fortbewegten, Häuſer umſtürzten und alles überdeckten. Dieſes unbeſtrittene Wandern der Moya-Kegel, über das wir Gelegenheit gehabt haben, ſo viele Augenzeugen auszufragen, iſt den tranſlatoriſchen Bewegungen in horizontaler Richtung analog, von welchen die Erdbeben in Calabrien und Riobamba ſo viele Beiſpiele gegeben haben theils im Verſchieben nicht entwurzelter Baumalleen, theils in dem gegenſeitigen Umtauſch oder Sich-Verdrängen ſehr verſchiedenartiger Culturſtücke. †) Wir ſehen die Erſcheinungen ſich wiederholen, aber die dynamiſchen Urſachen ſolcher Bewegungen in einzelnen Theilen der Bodenfläche ſind noch in Dunkel gehüllt. Die Maſſe der friſch ausgeworfnen Moya war flüſſig, wie uns einige der in Pelileo geretteten Eingebornen erzählten; ſie nannten es „einen ſich fortwälzenden Brei, der bald erhärtete.“ Viele Stücke der Moya färben die Hände ſchwarz. Die Moya brennt wie ſchlechter Torf oder wie Lohkuchen ohne Flamme, giebt aber dabei eine ſehr intenſive Wärme. Die erſten Unterſuchungen der Moya wurden von Vauquelin und mir, ſpäter von Klaproth gemacht. Die chemiſche Analyſe des Letzteren gab 7mal mehr Hydrogen-Gas als kohlenſaures Gas; dazu brandiges Oel, Natron und mit Ammonium angeſchwängertes Waſſer.

Den chemiſchen Analyſen folgte die microſcopiſche. Durch Ehrenberg's glänzende Ent-

---

Erdſtöße, welche die Provinz verheerten, am 4. Februar 7¼ und 10 Uhr Morgens, wie an demſelben Tage nach großem unterirdiſchem Geräuſch (ruido) um 4 Uhr Nachmittags. Den ganzen Februar und März gab es ſchwache Erſchütterungen, bis am 5ten April um 2¼ Uhr Morgens die Erde wieder furchtbar erbebte. Nach vielen Nachrichten, welche ich auf dem Wege von der Villa de Ibarra nach Riobamba und Pelileo ſorgfältig von Augen- und Ohrenzeugen (von Januar bis Juli 1802) eingeſammelt und in meine wohlerhaltnen Reiſe-Tagebücher eingetragen habe, iſt der oben genannte berühmte ruido am 4. Februar 1797 gar nicht im Sitze der Hauptzerſtörung ſelbſt, im Alten Riobamba, auch nicht in Llactacunga oder Hambato, ſondern nur nördlicher in den Städten Quito und Villa de Ibarra vernommen worden: und zwar 15 bis 20 Minuten nach dem großen Erdſtoß, welcher in den beiden letztgenannten Städten von gar keinem Getöſe (ruido oder bramido) begleitet war. Dieſer wichtige Umſtand ſcheint meine alte Behauptung zu bekräftigen, daß das ganze Hochland um Quito gleichſam als ein einziger vulkaniſcher Heerd zu betrachten iſt, deſſen einzelne Oeffnungen wir mit eigenen Namen (Pichincha, Cotopari, Tungurahua....) zu bezeichnen gewohnt ſind.

*) In einem Briefe an den berühmten analytiſchen Chemiker Klaproth vom September 1806. S. deſſen Beiträge zur chemiſchen Kenntniß der Mineral-Körper Bd. IV. S. 293, zu vergleichen mit Ehrenberg's Mikrogeologie 1854 S. 313, 341 und 346.

†) Kosmos 4 Buch S. 725—726.

deckungen war besonders seit dem Jahre 1837 der Einfluß des kleinsten Lebens auf Mischung von Erden und Bildung der Gebirgsarten immer mehr hervorgetreten, und daß die vulkanischen Aschen, welche Luftströme in großer Ferne fortführen, zu einem wichtigen Gegenstand organischer Untersuchung gemacht. Da nun die Klaproth'sche Mineraliensammlung und mit ihr die von mir gesammelte Moya von Pelileo in das königliche Mineralien-Cabinet zu Berlin überging, so wurde letztere 1846 von meinem sibirischen Reisegefährten, Prof. Ehrenberg, vollständig microscopisch untersucht. Es fanden sich darin 61 namhafte organische Gestalten (14 kiesel- und weichschalige Polygastern, 5 Theile Fichten-Pollen und 45 kieselerdige Phytolitharien: meist Gramineen, welche wohl die Hauptmasse der Kohle darbieten und durch lange Spaltöffnungen der wellenförmig gezahnten Epidermis sich kenntlich machen. Nichts gehört dem Meeresleben zu, und die organische Mischung der Moya beträgt mehr als die Hälfte des Volums. Die Pflanzengewebe sind verkohlt, nicht verrottet. Neben dem sehr vereinzelten Augit und Feldspath zeigen sich hier und da kurzzellige Bimssstein-Theile. Das Ganze schien dem microscopischen Analytiker ein „aus verbrannten Vegetabilien und Wasser gemischter Erdbrei der Oberfläche zu sein, welcher, nachdem er in's Innere eingeschlürft gewesen, (durch vulkanische Kräfte) wieder herausgetrieben wurde."

Die beiden Ausbruchs-Orte der Moya bei Alt-Riobamba und bei Penipe sind vier geogr. Meilen von einander entfernt, Penipe aber ist dem noch thätigen Vulkan Tungurahua um 1½ Meilen näher als Riobamba. Ich habe einen Plan der Umgegend von Penipe aufgenommen. Die sich bewegenden, fortschreitenden Moya-Kegel sind westlich von den Ruinen von Penipe in einer feuchten Grasebene aufgestiegen, welche die Oeffnung eines hufeisenförmig gekrümmten Gebirgsrücken ausfüllt. Die Oeffnung wird in Norden vom Cerro de Chumaqui, im Süden vom Cerro de Pucara gebildet: beide auf meinem Plane Trapp-Porphyr (Trachyt) genannt. Auch der alte erloschene Vulkan von Imbaburu, südlich von der Villa de Ibarra, über 29 geogr. Meilen im Norden von Penipe, hat im Jahre 1844 eine röthlich aschgraue Moya ausgeworfen, von der mir einige Proben geschickt worden sind. Nach Ehrenberg's Untersuchung enthielten diese 13 Polygastern und, den zehnten Theil des ganzen Volums ausmachende Phytolitharien. In einem Exemplar der Eunotia amphioxys waren noch die grünen eingetrockneten Eierschläuche, einzeln von Glühhitze geschwärzt, zu erkennen. *)

Auch in der Andeskette des südlichen Chili's, in der Breite von 37° 7' S., fast dem Hafen von Talcahuano gegenüber, bietet der Vulkan von Antuco, welchen zuerst Eduard Pöppig und Domeyko geologisch untersucht haben und dessen feurige Ausbrüche und wirkliche Lavaströme vom Sept. 1852 nach der Angabe von Gilliß der englische Reisende E. R. Smith als Augenzeuge beschreibt, das merkwürdige Phänomen von Wasser-Ergießungen dar. †) „Dieser Vulkan," sagt der geistreiche Pöppig, „ist einer von denjenigen, in denen die größeren Eruptionen mit der Ergießung einer Wassermasse von kalter Temperatur endigen. Jeder der Einwohner des Thales, einfache Landleute, deren Bericht zu trauen ist, bezeugen diese Wasser-Ausbrüche. Der letzte, sehr heftige, war vom Jahr 1820. Ein Wasserstrom, welcher aus einer Spalte des Kegels floß, hatte den Boden tief aufgerissen und die Lavabetten klafterhoch mit übelriechendem, rothgelbem Schlamme bedeckt. Ich fand selbst noch acht Jahre später eine tiefe Furche, die bis auf die Hälfte des Vulkans von Antuco reichte und weiter oben mochte verschüttet sein. Am Krater selbst sieht man keine Spur; allein daß aus ihm der Wasserstrom hervorgebrochen sei, behaupten alle Antucaner. Ob jene Wasser- und Schlamm-Ergießungen Folgen der Infiltration der

*) Bericht über die Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1846 S. 190.

†) Gilliß, Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere (Washington) 1855 p. 4 und (786).

13; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. 1836 S. 427: Domeyko in den Annales des Mines, 4me Série T. XIV. 1848 p. 187 (Kosmos 4. Bach S

Gletſcher ſind, oder durch Verbindungen entſtehen, welche der vulkaniſche Heerd mit dem nahen, 1½ geogr. Meilen langen Antuco-See hat, wird kein ſpäterer Forſcher leicht entſcheiden.“ Die untere Schneegrenze liegt nach Gilliß in dieſer Breite 6200 Fuß hoch, alſo 2470 Fuß unter dem Gipfelkrater. Ich übergehe das merkwürdige Gemenge von Bimsſtein, Obſidian-Körnern, kieſelſchaligen Polygaſtern und Pflanzentheilen von dem durch Meyen unterſuchten Hügel von Tollo, zwei volle Tagereiſen entfernt von dem Vulkan Maypu (34° 17′ S.B.), der ſelbſt nie Bimsſtein ausgeſpieen hat. Dies Phänomen erinnert an die iſolirte Poſition der Bimsſtein-Schichten von Guapulo, vom Rio Mayo und von Huichapa, öſtlich von Queretaro (Kosmos 4. Buch S. 815); und an das analoge von Acangallo bei Arequipa in Peru: die Ehrenberg ebenfalls microſcopiſch zergliedert hat. *)

Von dem Neuen Continent auf den Alten übergehend, müſſen wir zuerſt in Europa an die Waſſer-Ausbrüche des Aetna's und des Veſuvs erinnern. Die ſeltſamen Erſcheinungen ſind mit Recht ſchon vor einem Jahrhundert (von Maglioccо, Braccini und Paragallo) theils Anſammlungen von geſchmolzenem Schnee- und Regenwaſſer in inneren Höhlungen, theils vulkaniſchen Gewittern in den den Krater umgebenden Luftſchichten zugeſchrieben worden. Die großen Epochen der Ueberſchwemmungen waren für den Veſuv der 17te December 1631, für den Aetna der 9te März 1755. Die Waſſermaſſe, welche an dem eben genannten Tage vom Kegel des Veſuvs herabkam, war ſo groß, daß, bei Nola, an einigen Stellen die Ueberſchwemmung 12 Fuß Höhe hatte. Am 18ten und 31ſten December erneuerte ſich das furchtbare Phänomen gegen Reſina und Ottajano hin. Da der Krater in Wolken gehüllt blieb, ſo kann man nicht mit Gewißheit entſcheiden, was aus ihm überſtrömte oder dem entſtandenen Gewitter zugehörte. Die ausgeworfenen Seemuſcheln, Algen und kleinen Fiſche bleiben ſehr ungewiß. Auch 1779 und 1794 werden Schlammſtröme (mit Napilli und Sand gemiſchte Waſſer, die lave d'acqua e lave di fango, von Scacchi in ſeiner Chronologie der Eruptionen aufgeführt. †) Am Aetna brachen am 9. März 1755 die heißen Waſſer nicht aus dem Krater, ſondern am Fuß des Kegels aus Spalten hervor, und wurden ebenfalls von Mecatti dem geſchmolzenen Schnee zugeſchrieben. Da ich einen Monat nach der großen Eruption des Veſuvs vom 22. October 1822 den Vulkan mehrmals beſucht habe, ſo kann ich ein merkwürdiges Beiſpiel von den Täuſchungen anführen, zu welchen die Flüchtigkeit der Beobachtung Anlaß giebt. Am 26. October verbreitete ſich in der Umgegend des Veſus das Gerücht: ein Strom ſiedenden Waſſers ſtürze den Aſchenkegel herab. Monticelli erkannte bald, daß eine optiſche Täuſchung dieſes irrige Gerücht verurſacht habe. Der vorgebliche Strom war eine große Menge trockner Aſche, die aus einer Kluft in dem oberſten Rande des Kraters, wie Triebſand, hervorſchoß. Nach einer die Felder verödenden Dürre, welche dem von Lord Minto beſchriebenen Ausbruch des Veſuvs vorhergegangen war, erregte gegen das Ende deſſelben das vulkaniſche Gewitter einen wolkenbruchartigen, aber lange anhaltenden Regen ‡), der gefahrbringende Ueberfluthungen bewirkte.

In dem vulkaniſchen Theil der Eifel iſt die Traß-Bildung wohl nicht Schlamm-

*) Ehrenberg, Mikrogeologie S. 302 — 306; Meyen, Reiſe um die Erde Th. I. S 339. Die Breiten der Vulkane von Antuco und Maypu ſind dem Werke von Gilliß (Vol. I. p. 13) entlehnt, aber die von dem amerikaniſchen Aſtronomen im Texte gegebenen Breiten weichen ſehr von denen der angehängten Karten von Piſſis und Allan Campbell ab. Nach dieſen liegt der Vulkan Maypu in lat. 33° 46′, alſo einen halben Grad nördlicher.

†) S. die vortreffliche Schrift von Roth: der Veſuv und ſeine Umgebung 1857 S. XXXIII, 9, 13—15, 70 und 164. Zur Erinnerung an den Ausbruch des Veſuvs am 17. December 1631 ließ der Vicekönig Fonſeca y Zuñiga, Graf von Monterey, eine Inſchrift in Portici aufſtellen, in der die Worte vorkommen: jam, jam erumpit, mixtum igne lacum evomit. Vergl. Antonio Parrino, Teatro de' Viceré del regno di Napoli 1692 T. II. p. 227. Auch der isländiſche Vulkan Oeräfa, deſſen öſtliche Kuppe Knappyrfellsjökull heißt, iſt wegen ſeiner Waſſerausbruche bekannt: die aber nach Sartorius von Waltershauſen (phyſiſch-geogr. Skizze von Island 1847 S. 108) nur dem plötzlichen Schmelzen von Eis und Schnee zuzuſchreiben ſind.

‡) S. meine Abhandlung über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verſchiedenen Erdſtrichen (Anſichten der Natur 1849 Bd. II. S. 273), wie oben S. 895 und dazu die Anm. *).

Ausbrüchen zuzuschreiben. Die Bimssteine scheinen trocken ausgeworfen zu sein, und die Hauptmasse des Ducksteins ist nach H. von Dechen ein durch Wasser abgesetztes, sehr neues Conglomerat.*) Nach Ehrenberg's rastlosen und scharfsinnigen Untersuchungen der vulkanischen Tuffe am Hochsimmer, im Brohl-Thale, am Backofenstein bei Bell, oder am Laacher See sind überall dort Bimssteine mit Phytolitharien und kieselschaligen Polygastern so innig gemengt, daß an dem uralten geologischen Zusammenhange solcher gefritteter Organismen mit der vulkanischen Thätigkeit wohl kaum zu zweifeln ist. Der von Ehrenberg eingeführte Name der Pyrobiolith-Bildung (vulkanischer Infusorien-Tuff) drückt eine Thätigkeit aus, deren ursachliche Verhältnisse noch in Dunkelheit gehüllt sind, aber durch diesen Umstand selbst die Nähe künftiger Entdeckungen verkündigen.†) Der Charakter von Süßwasser-Bildungen ist der herrschende in diesem Gebiete; doch sollen nach Ehrenberg's microscopischer Untersuchung die in Patagonien von Darwin gesammelten Erdschichten ausnahmsweise „einen vulkanisch verarbeiteten Meeresboden"‡) erkennen lassen.

Zu der, dem westlichen Amerika gegenüberstehenden, östlichen Küste Asiens übergehend, gedenken wir zuerst in der Vulkan-Reihe der Halbinsel Kamtschatka der heißen Wasser-Ausbrüche zweier noch entzündeter Vulkane, des Awatscha und Kliutschewsk.‖) Adolph Erman und Postels schreiben diese Schlammströme ebenfalls nur dem während der Lava-Ergießungen geschmolzener Eise und mit Asche (Rapilli) gemengtem Schnee zu. In dem Drei-Inselreiche Japan finden sich auf der nördlichsten Insel Kiusiu, westlich vom Hafen Simabara, Koth-Vulkane, die schwarzen Schlamm ausspeien, ähnlich denen von Taman auf der Halbinsel Apscheron; aber das wichtigste, recht eigentlich hierher gehörige Phänomen ist die Erhebung des großen Kegelberges Fusijama auf Nipon, welcher aus dem durch eine Bodenversenkung eines großen Landstrichs in der Provinz Umi-siu neugebildeten großen See Mitsu Umi sich auf einmal erhoben haben soll, 286 Jahr vor unserer Zeitrechnung.§) Leider bleiben die näheren Umstände dieser See-Entstehung wie der Berg-Erhebung in historisches Dunkel gehüllt. Ernsthafte Untersuchungen der Oertlichkeit, von einem wissenschaftlichen Reisenden, würden selbst in der Jetztzeit noch einiges Licht über diese Erhebung wie über die des Vulkans von Taal¶) auf Luzon verbreiten können.

Unter den 48 Vulkanen der Insel Java, von denen die Hälfte gegenwärtig entzündet ist, haben zwei durch ihre Schlamm-Ausbrüche selbst in diesem Jahrhundert sich eine große Berühmtheit erworben, der Idjen und der Gelunggung. Der erstere hat am Kratersee Kawah Idjen 7265: im östlichsten Theile**), als Merapi Idjen, 8065 Fuß; der

*) Kosmos 4. Buch S. 759.

†) Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1844 S. 324—344, 1845 S. 133—139 und 150—158, 1846 S. 133—158.

‡) Ehrenberg a. a. O. 1844 S. 145.

‖) Lütke, Voyage autour du Monde T. III. p 67 und 79—82; Kosmos 4. Buch S. 825—826; Adolf Erman, Reise um die Erde Bd. III. S. 371, 377 und 539.

§) Klaproth und Stanislas Julien in meiner Asie centrale T. II. p. 543; Léopold de Buch, Iles Canaries p. 442.

¶) Kosmos 4. Buch S. 763.

**) Ich erinnere, daß es drei Vulkane mit Namen Merapi (in dessen hinterem Theile man das malayische Wort Api Feuer vermuthen sollte) giebt, deren einer auf Sumatra (8980 Par. Fuß) und zwei auf Java liegen: der Merapi bei Dschogyakarta (8640 Fuß) und am östlichsten Ende der Insel der Merapi-Idjen, ein kraterloser höchster Gipfel (8065 Fuß) des großen Vulkans Idjen; Jungbuhn, Java 1. Abth. S. 69. (Im Profil II ist Merapi-Idjen zu 8500 Fuß angegeben, Kosmos 4. Buch S. 791.) Die Schlamm-Vulkane von Java, unter welchen der von Parunwadadi, nahe bei den iod- und brombaltigen Wassern von Kumu, durch die von Ehrenberg aufgefundenen Polygastern und Phytolitharien berühmt geworden ist (Verhandlungen der Akademie der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1855 S. 574, und Jungbuhn Java Abth. II. S. 275), haben, nach dem Zeugniß des eben genannten großen Naturforschers, sehr wahrscheinlich jene wunderbaren, theilweise gestielten und geschwänzten, hohlen Kügelchen und Eisenblasen hervorgebracht, die am 14. November 1856 auf dem Schiff Josika Bates 60 geogr. Meilen südöstlich von der Insel Java in der Südsee als Meteorstaub aufgesammelt wurden. Ganz ähnliche hohle Kügelchen sind auf der Halbinsel Apscheron (Baku) nach Lenz bei dem großen Flammen-Ausbruch der Salse von Baklichli am 7. Februar 1839 als vulkanische Asche ausgeworfen worden. (Eichwald in Humboldt's Asie centrale T. II. p. 513: "Il fut lancée dans l'air une prodigieuse quantité de petites sphères creuses, semblables à la menue dragée avec laquelle on tue les petits oiseaux" Kosmos 4. Buch S. 745; Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1858 S. 2—10.)

Gelunggung wird zu ohngefähr 6000 Fuß Höhe geschätzt. Der Idjen, welchen Leschenault de la Tour schon 1805 besucht hatte, gab am 6. Januar bis 11. Februar verheerende Schlammströme (Meteorwasser mit vieler ausgeworfener Asche vermengt.*) Am Gelunggung hat der Schlammstrom vom 8. October 1822 allerdings nur 5 Stunden gedauert, und dennoch haben seine Verwüstungen nach officiellen Berichten gegen 4000 Dorfbewohnern das Leben gekostet. †) Von feurigen Ausbrüchen aus dem Krater war nichts gesehen worden; aber Blitze durchkreuzten das dunkle Gewölk, welches den Gipfel umgab: sichere Anzeigen dessen, was ich vulkanisches Gewitter nenne. Die dickeren Theile des Schlammes wurden durch die Luft geschleudert vom Gipfel des Gulunggung bis jenseits Tji-Tandui, in einer geradlinigen Entfernung von 48000 Fuß, also mehr als 2 geographische Meilen. Einige dem Vulkan nahe liegende Dörfer litten weniger, weil der heiße Schlamm über sie wegflog. Um in diesen Erscheinungen den Ursprung des Wassers und des Schlammes zu erklären, erinnert Junghuhn mit vielem Scharfsinn, daß da, wo solche Ausbrüche erfolgen, sich Kraterseen befinden; und daß, wo diese fehlen, man nur trockene oder feurige Stoffe von den vulkanischen Kegeln als wirkliche Lavaströme, oder als unzusammenhangende, glühende Schlackenmassen, oder als bloße, nicht erwärmte Trümmerzüge (vereinzelte Felsblöcke) herabkommen sieht. Von den 18 Kraterseen, welche die Insel Java besitzt, enthalten 7 süßes, helles, trinkbares Wasser, weil sie in ganz ausgebrannten Vulkanen liegen; in 11 andern ist das Wasser mit freier Schwefelsäure oder mit aufgelöster schwefelsaurer Kali-Thonerde gemischt. Alle diese Wasser haben einen atmosphärischen Ursprung und die Säurung geschieht durch vulkanische Dämpfe. Von geschmolzenem Schnee und Eis, die in den Cordilleren, selbst dem Aequator nahe, eine so wichtige Rolle spielen, kann hier keine Rede sein, da auf Sumatra und Java die höchsten Gipfel, der Indrapura und der Semeru, nur 11500 und 11480 Höhe erreichen und also 3000 Fuß unter der Grenze liegen, welche man in dieser Breite dem ewigen Schnee zuzuschreiben berechtigt ist. „Bei allen diesen Erscheinungen", sagt Junghuhn wohl mit Recht, „ist kein Wasser in tropfbarem Zustande aus dem Heerde der Vulkane ausgeworfen worden; der Krater hat nur Dämpfe und Asche geliefert: während das flüssige Wasser, welches das umliegende flache Land überströmte, erst durch die Verdichtung der Dämpfe in den kälteren Luftschichten gebildet wird und sich zu dem gesellt, welches die Kraterseen hergeben. Die Schlammströme des Gelunggung, welche sowohl scharfeckige, selten poröse oder schlackige Blöcke, als auch trachytische Felstrümmer von 4 bis 7 Fuß Durchmesser mit sich führen, haben durch ihren Absatz eine Gestaltung der Bodenfläche veranlaßt, welche in hohem Grade die Aufmerksamkeit des Hydraulikers und des Geognosten auf sich zu ziehen verdient." Dies Phänomen, sehr genau beschrieben und durch eine Zeichnung erläutert, ist 1822 am Gelunggung durch einen Schlammstrom bewirkt, der von einem Vulkan aus 3590 Fuß Kraterhöhe herabstürzte. Die entstandenen Trümmerhügel sind keineswegs selbst vulkanischen Ursprungs oder durch unterirdische Thätigkeit hervorgebracht, wie die zahllosen geöffneten oder ungeöffneten kleinen conischen Hügel, welche so viele Vulkane umgeben und nur zu allgemein Ausbruch-Kegel genannt werden. Auf der ganzen Insel Java selbst findet man nur etwas anologes am Vulkan Gunung Guntur, der isolirte Hügel von 20—30 Fuß Höhe und flach-hemisphärischer Form, aus Steintrümmern und Sand zusammengesetzt, doch weniger regelmäßig gereiht, darbietet. ‡) Die Schlammströme der Vulkane Kelut und Tangkuban lassen sichtbare Spuren ihrer Verheerung, aber keine conische Hügel. Außerhalb der Insel Java ist wohl nirgends das von Junghuhn beschriebene Phänomen wiederholt.

Nach einer mäßigen Schätzung steigt am Gelungung die Zahl der gereihten Hügel,

*) Junghuhn, Java, seine Gestalt u. s. w. Abtheil. II. S. 707—709.

†) A. a. O. S. 111—115 und 119—131.

‡) A. a. O. S. 391.

von 40 Fuß Höhe und 200 Fuß mittleren Durchmessers an der Grundfläche, wenigstens auf 15000. Der größere Theil davon, etwa ¾, ist gereiht, fast einerlei Richtung auf einer Länge von 24000 Fuß bewahrend. Diese Länge ist aber kaum ⅓ der Erstreckung von 3½ geogr. Meilen, welche die Reihen aus älteren Ausbrüchen, reichlich mit Vegetation bedeckt, erreichten. Die Erklärung, welche gebildete Javanesen als Augenzeugen von dieser Aneinanderreihung so einförmiger conischer Hügelgestaltungen geben, ist wohl nicht ganz befriedigend. Sie behaupten, daß, wie auf einer Ebene von nur 2° Neigung in Flüssen trüben Wassers sich ein horizontaler Niederschlag da bildet, wo die Geschwindigkeit der Strömung dieselbe bleibt; so durch eine Stauung bei Hindernissen und durch eine plötzliche Abnahme der früheren Geschwindigkeit große Blöcke (Felstrümmer) niederfallen müßten, die den Kern jener hemisphärischen oder glockenartigen Hügel (Steinberge) bilden. Die Regelmäßigkeit ihrer Gestalt werde durch die zugleich oder später niederfallende Erde, welche auf allen Seiten abrollt, bestimmt. Niederschläge aus dem Schlammstrome wären also die Veranlassung der ganzen Erscheinung. Ich muß bemerken, daß wellenartige Dünenreihen, bisweilen durch Querthäler in rundliche Hügel getheilt, wie sie Forchhammer im Norden von Europa so vortrefflich beschrieben hat und wie ich sie in der jetzt wasserleeren caspischen Senkung zwischen Sarepta und Astrachan gesehen, nichts mit der hier beschriebenen Erscheinung gemein haben; mehr erinnert sie durch das Absetzen der fortgeschleppten Trümmer an den dicken rothen Schlammstrom des Bergsturzes (Bergschlipfen) bei Wäggis am Rigi, entstanden am 15. Juli 1795, oder an die Trümmerfluth vom 16. Juni 1818 aus dem Bagne-Thal in der Schweiz.

Merkwürdige Schlamm-Auswürfe, wie behauptet wird, mit wirklichen Fragmenten von Schwefelkies gemengt, geben auch die kleinen Vulkane der Inseln Namri und Cheduba (letzterer in lat. 18° 52′) an der Küste von Arracan, im östlichen Theile des bengalischen Meerbusens.*) Der Schlamm, welchen die geologische Gesellschaft von Calcutta an Ehrenberg 1846 zur Untersuchung sandte, hatte die Consistenz eines silbergrauen, fetten plastischen Thones, und enthielt Polythalamien, Phytholitharien und vorherrschend (wie in den patagonischen Littoral-Gebirgslagern) kalkschalige Meerwasser-Organismen: also wieder andeutend einen Verkehr zwischen vulkanischer Thätigkeit und einst lebenden Gebilden der Foraminiferen. †)

So zweifelhaft und unaufgeklärt, als lange die verschiedenen Ursachen der sogenannten vulkanischen Wasser-Ergießungen gewesen sind, eben so problematisch ist auch geblieben die Existenz von wirklichen Flammen-Erscheinungen während der Ausbrüche: sei es aus den Gipfel-Kratern, oder aus Spalten am Abhang der Vulkane, oder aus kleinen Auswurfs-Kegeln. In dem allgemeinen Naturgemälde ‡) habe ich, was man bei Schlacken- und Rapilli-Auswürfen als Flammen beschreibt, wie den Lichtglanz rother Gluthwolken, nicht brennendem Wasserstoff-Gas zugeschrieben, sondern als Licht-Reflexe gedeutet, die theils von hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen, theils auch Wiederscheine sind, von denen aus der Tiefe aufsteigende Dämpfe erleuchtet werden. Dieses Läugnen wirklicher Flammen gründete sich auf die Meinungen vielerfahrener und scharfsichtiger Beobachter: von Spallanzani, Monticelli, de la Beche, Dana ||) und Poulett Scrope. Solchen negativen Erscheinungen stehen aber wichtige Zeugnisse entgegen: die von Pilla, in einer eignen, wichtigen Abhandlung aufgestellt §); von Leopold von Buch,

*) Kosmos 4. Buch S. 838; Ritter, Erdkunde von Asien Bd. IV. Abth. 1. S. 333; Lyell, Principles of Geology 1853 p. 351 und 494.

†) Ehrenberg in den Verhandl. der Berl. Akad. 1846 S. 172 und in den Tafeln zur Mikrogeologie 1854 Tab. 38 no. 23.

‡) Kosmos 1. Buch S. 122—123.

||) Dana (United States' Explor. Exped. Vol. X. p. 184) läugnet, sich auf Augenzeugen berufend, alle Erscheinungen von Flammen bei den großen Eruptionen des Lavapfuhls von Kilauea; "Flames as actually seen were called in to give *vividness* to the description" (Kosmos 4. Buch S. 840).

§) Discorso sopra la produzione delle fiamme ne' Volcani e sopra le conseguenze che se ne possono trarre, 1843: theilweise übersetzt in Roth's Schrift über den Vesuv und die Umgebung von Neapel 1857 S. 350.

Humphry Davy, Abich, Elie de Beaumont am Aetna; Bory St. Vincent an dem Vulkan der Insel Bourbon, Postels am Vulkan Awatscha *) auf der Halbinsel Kamtschatka. Ein großes Licht ist über diese Streitpunkte erst, wie ich schon früher †) angedeutet habe, durch Bunsen's vortreffliche Abhandlung „von den Processen der vulkanischen Gesteinsbildung in Island" verbreitet worden. Dieser scharfsinnige Chemiker findet in den Dämpfen, welche den kochend heißen Schlammboden durchwühlen, neben Schwefel-Wasserstoff auch Wasserstoff, ja von letzterem in der Solfatara von Reykjalidh bis 25 Procent. „Man sieht aus diesen Gas-Analysen," setzt der große Chemiker hinzu ‡), „wie wenig man Grund hatte Davy's ältere Vulkan-Theorie wegen totaler Abwesenheit brennbarer Gase in den Exhalationen der Vulkane zu läugnen. Der einfachste Versuch zeigt, daß, wo Schwefel mit erhitztem Pyroxen-Gestein (z. B. Basalt oder pyroxenreichen Trachyten) zusammentrifft, alle Bedingungen zur Bildung jener Solfataren-Gase erfüllt sind. Es tritt eine partielle Zersetzung des in dem Gestein enthaltenen Eisen-Oxyds ein, indem der Schwefel sich in dessen Bestandtheile theilt. Der Sauerstoff des Oxydes bleibt als Schwefel-Eisen im Gestein zurück. Leitet man darauf Wasserdämpfe in der angehenden Glühhitze über die auf die angegebene Weise mit Schwefeldampf behandelte Gebirgsart, so entweicht unter Bildung von Eisen-Oxydul-Oxyd eine reichliche Menge Schwefel-Wasserstoff. Uebersteigt aber die Temperatur auch nur um weniges die angehende Glühhitze, so zerfällt ein Theil dieses Schwefel-Wasserstoffs in seine Elemente, und man findet neben dem Schwefel-Wasserstoff eine erhebliche Menge freien Wasserstoffs nebst Schwefeldampf. Die Erscheinungen, welche aller Solfataren-Thätigkeit zum Grunde liegen, sind nach diesen Versuchen leicht verständlich, da fast alle vulkanischen Eruptionen von Schwefel-Sublimationen begleitet sind. Wo nun solche Schwefelmassen den glühenden Pyroxen-Gesteinen in Dampfgestalt begegnen, entsteht die Thätigkeit, der die schweflige Säure ihren Ursprung verdankt; sinkt darauf eine solche vulkanische Thätigkeit zu niederen Temperaturen herab, so tritt alles in eine neue Phase. Die erzeugten Schwefel-Verbindungen des Eisens beginnen ihre Wirkung auf den Wasserdampf, und als Resultat dieser Wechselwirkung entstehen Schwefel-Wasserstoff und dessen Zersetzungs-Producte, freier Wasserstoff und Schwefeldampf. So sieht man beide Processe sich in einander verlaufen und sich an nahen Orten begegnen."

Hier ist der Vorgang in den Solfataren geschildert; aber bei wirklichen, lava-hervorbringenden Vulkan-Eruptionen hat durch Versuche (Gas-Analysen) noch keine Entwickelung von freiem Wasserstoff constatirt werden können. Die bläulichen beweglichen Lichter, welche ich in 2300 Fuß Tiefe im entzündeten westlichen Krater des Pichincha erblickte, als ich am 26. Mai 1802 allein mit dem Indianer Felipe Aldas an den jähen Rand des Vulkans gelangte, habe ich gleich damals nicht für Hydrogen, sondern für Flämmchen brennenden Schwefels gehalten. Sie sind, wie man mir durch Briefe meldete, in den nächsten Jahren nach meiner Abreise aus Quito von mehreren Einwohnern, welche dieselbe Steinplatte (14946 Fuß über dem Meeresspiegel) aus bloßer Neugierde besuchten, ebenfalls gesehen worden. Auch der sehr gründlich physikalisch und geologisch unterrichtete Reisende, Herr Sebastian Wisse, welcher kühn im Anfang Augusts 1845 mehrere Nächte in dem Krater von Pichincha zubrachte, sagt ausdrücklich: „Nach meiner Vermuthung brechen bisweilen die Dämpfe der thätigen Fumarolen so erhitzt aus, daß abgesetzte Schwefel-Krystalle sich wirklich entzünden." ‖) Am schwierigsten sind die Flammen zu

*) Lütke, Voyage autour du Monde T. III. 1836 p. 75 (Kosmos 4. Buch S. 825).

†) A. a. O. S. 857.

‡) Poggendorff's Annalen Bd. 83 S. 249 und 253.

‖) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 61, 68, 91 und 94. — Was ist ein bisweilen nächtlich gesehenes Leuchten der Gipfel von Bergen, welche aus ganz unvulkanischem Granit- oder Kalkflöz-Gestein bestehen und auf denen das Gras nicht angezündet ist, nach den Aussagen der anwohnenden Indianer? Es wird behauptet vom Cuchivano bei Cumanacoa, und am Oberen Orinoco vom Duida und Guaraco Humboldt, Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 394 und T. II. p. 565.

erklären, die man bei Erscheinung neuer Inseln aus dem Meere will haben aufsteigen sehn, ehe noch der gehobene vulkanische Meeresboden der Oberfläche nahe war.

III.

Reihung der Gebirgsarten, durch welche die vulkanische Thätigkeit zerstörend, bildend und umwandelnd gewirkt hat und noch zu wirken fortfährt, unterseeisch und in der jetzigen Feste. Innere Gestaltung oder räumliche Individualisirung (Gewebe) und mineralogische Zusammensetzung. (Constante Association gewisser einfacher Mineral-Species.) — Altersfolge: aus der Auflagerung, dem Durchbruch, oder aus dem Inhalte versteinerter Organismen (Fossilien) aus dem Thier- und Pflanzenreiche geschlossen. — Formationen; periodisch alternirende Wiederkehr derselben Schichten. — Geognostischer Horizont. — Vier Entstehungs-Formen der Gebirgsarten: a) endogenes oder Eruptions-Gestein, plutonisches und in engerem Sinne vulkanisches genannt; b) exogenes oder Sediment-Gestein; c) metamorphosirtes; d) Conglomerate und Trümmergestein.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 128—152.)

Die ältesten geognostischen Betrachtungen, zu denen wir, die religiösen Traditionen der Völker ausschließend, aufsteigen können, lassen sich in dem dauernden Reflex wiedererkennen, den sie auf die Benennungen ausgeübt haben, welche man in der Wissenschaft bis zu der neuesten Zeit großen Abtheilungen der Gebirgsmassen gegeben hat. Die bleibenden Spuren der Umwandelungen, welche im Lauf der Jahrtausende die trockne, dem Menschen bewohnbare Feste erlitten hat; die Ansicht von Versteinerungen von Meercorallen (s. g. Fossilien) in den Steinbrüchen von Syracus, ja von Fischen im Marmor von Paros: leiteten bei den Hellenen Xenophanes von Kolophon (Ol. 60) und die eleatische Schule auf die Verallgemeinerung der Ansicht, daß die ganze Erdrinde früh vom Ocean bedeckt war.*) Strabo, aufmerksam auf die oft veränderten Grenzen zwischen Meer und Land, dachte sich nicht bloß viele kleine und große Inseln, sondern auch ganze Continente aus dem Meere durch Anschwellung und Erhebung seines Bodens emporgestiegen.†) Apulejus von Madaura schrieb die Muschel-Versteinerungen, die er in Nord-Afrika in den gätulischen Gebirgen sammelte, der Deucalionischen Fluth zu: welche er demnach eben so allgemein glaubte als die Hebräer die Noachidische und die Mexicaner im Azteken-Lande (Anahuac) die Fluth des Coxcox.‡) Entgegengesetzt diesen alten Zeugnissen neptunischer Sedimentbildungen, hatten sich gleichzeitig und vielleicht noch früher der typhonische Caucasus-Mythos und die Idee des Pyriphlegethon als der gemeinsamen Quelle der vulkanischen Thätigkeit wie der Entstehung aller Brandländer verbreitet. Die Laven (*οἱ ῥύακες*) und vulkanischen Schlacken, alle Feuerströme, „wo auf der Erde sie sich finden mögen," sind Theile des Pyriphlegethon. Typhon, der tobende Enceladus, ist in griechischer Volksphantasie eine Bezeichnung des Centralfeuers: einer unbekannten, im Inneren der Erde liegenden Ursach vulkanischer Erscheinungen. Man erkannte den räumlichen Zusammenhang einzelner vulkanischer Systeme: von der Pithecusischen Insel Aenaria (Ischia) bis Cumä (Phlegra) und Sicilien; die Abhängigkeit einer gewissen Classe der Erdbeben in Griechenland von den Lava-Ausbrüchen des Aetna, welche das innere Pneuma (die Kraft der Dämpfe, die man mit der des unterirdischen Windes verwechselt) veranlaßt.‖) Der Glaube an das Centralfeuer wird auch im 3ten Jahrhundert von dem heil. Patricius, Bischof von Pertusa, in seiner Erklärung der heißen Quellen bei Carthago deutlich ausgesprochen, indem

---

*) Kosmos 1. Buch S. 137.

†) Strabo lib. I. pag. 51 und 54 (Kosmos 2. Buch S. 289).

‡) Apuleji Opera omnia rec. G. F. Hildebrand T. II. (1842) p. 534: "eo in tempore, quo me non negabant in Gaetuliae mediterraneis montibus fuisse, ubi pisces per Deucalionis diluvia reperiuntur." (De Magia liber cap. 41.) Vergl. Kosmos 2. B. S. 288.

‖) Kosmos 1. Buch S. 123, 4. Buch S. 744.

er sagt*): die Wasser, welche von dem unterirdischen Feuer entfernter sind, zeigen sich kälter als die, welche nahe demselben entquellen.

So finden wir im Alterthum bei Betrachtung der Erdschichten herausgehoben den Contrast zwischen Wasser- und Feuerbildung, ganz als Vorklang unserer frühesten Eintheilung in neptunisches und vulkanisches Gestein: aus dem Wasser niedergeschlagenes organische Meerproducte enthaltendes Sediment- und eruptives Gestein; so exogene und endogene Gebilde meiner alten spanischen Pasigraphie †) vom Jahr 1803 entsprechend. Das endogene oder Eruptiv-Gestein, welches Sir Charles Lyell später (1833) sehr charakteristisch hypogene oder nether formed rocks nennt, umfaßt zwei Classen: die eigentlichen vulkanischen (oder trachytischen, basaltischen und Phonolith-) Gebirgsarten; ‡) und die plutonischen Gebilde (d. i. Granit und Gneiß, Hypersthenet, Melaphyre und quarzfreie Porphyre ||). Da es in dem lateinischen Mittelalter Sitte geworden war feuerspeiende Berge nicht Sitze des Typhon oder des Pluton zu nennen, sondern allgemein Sitze des Hephästos, des Vulkan der Römer; so blieb der neuen Geologie für die zuletzt genannte zweite Classe eruptiver Formationen nur der Ausdruck plutonisch übrig.

Das unterirdische Reich des Pluton ward im frühesten Alterthum als Reichthum §) und Segen bringend (πλουτοδοτήρ und πλουτοδότης) bezeichnet; und in so fern nur in beiden Continenten großer Gold- und Silberreichthum den Lagerstätten inwohnt, die dem Gneiß und quarzfreien Porphyr angehören, findet sich die Wahl der Benennung plutonischer Gebilde gleichsam mytisch gerechtfertigt. Die Beziehungen der Thätigkeit feuerspeiender Berge auf die unbekannte Ursach der Thätigkeit selbst konnten fast mit gleichem Rechte auf die Ausdrücke: plutonisch, vulkanisch und typhonisch führen. Der älteste Name des Pluton war Hades (Ἅδης): Sohn des Saturn und der Rhea, Bruder des Zeus; ja Pluton wurde selbst ein unterirdischer Zeus (Ζεὺς χθόνιος) genannt: nach dem Unterschiede, der laut Pherecydes aus Syros orphysch zwischen Chthon und Gäa herrscht. In dem alt-theologischen Begriff des Hades sind gleichzeitig zwei Principien verbunden: ein wohlthätiges, fruchtbringendes, Reichthum an Cerealien und metallischen Schätzen aus seinem tiefen Schooße dem ersten Menschengeschlechte darbietend; und ein furchtbares Princip, richtend und rächend in dem düsteren Tartarus. Die Benennung Πλούτων scheint erst spät dem Herrn der Unterwelt beigelegt worden zu sein. „Ich kenne", sagt ein tiefer und philosophischer Kenner des Alterthums, Böckh, „kein Beispiel dieser Benennung, welches höher hinaufginge als in die Zeit der Tragiker; Sophocles, Euripides, Platon sind die ältesten Zeugen, die ich kenne, denn eine Stelle im Prometheus des Aeschylus kann nicht mit Sicherheit dahin gezogen werden."

Eine minder abstracte, man könnte sagen sinnlich einfachere Vorstellung als die des Pluton bot das Wort Feuer, analog dem selbst Metalle schmelzenden Schmiedefeuer, dar: und leitete so auf Hephästus oder Vulcanus, den Gott des Feuers. In Stellen der griechischen Dichter wird nicht selten das Feuer selbst oder die Flamme Hephästus genannt. Das Wort wird synonym für πῦρ gebraucht. Eben so gilt bei den Römern, vorzüglich den Dichtern, das Wort Vulcanus für Feuer; im Plautus sogar für das Feuer (Licht), welches in einer Laterne getragen wird. Die feuerspeienden Berge selbst wurden aber nicht Hephaestoi, nicht Vulkane, sondern Werkstätte des

*) Kosmos 1. Buch S. 115.

†) A. a. O. S. 129 (Lyell, Princ. of Geology 1833 Vol. III. p. 374, ed. of 1853 p. 178; Manual of Elementary Geology 1855 p. 9).

‡) Aufgeführt in 6 Gruppen Kosmos 4. Buch S. 871—887.

||) S. in den in Anm. † citirten drei Schriften von Sir Charles Lyell p. 359, 160 und 579.

§) Creuzer, Symbolik und Mythologie der alten Völker 1842 Th. III. S. 725. Pluto, nach dem orphischen religiösen Ideenkreise auch Hades genannt, hatte die Schlüssel der Erde in seiner Gewalt, um als Urheber der Fruchtbarkeit das Jahr mit Früchten zu segnen. Er ist Vorsteher alles im Erd-Inneren verborgenen Reichthums: so daß auch das Getreide, als Gabe des Hades, aus der Unterwelt dem ersten Menschengeschlecht heraufgesendet wurde.

Hephäſtus oder des Vulcan genannt. Der Uebergang von dem Namen des Werkmeiſters in allen Künſten, welche der Hülfe des Feuers bedürfen, auf das Local der Werkſtätte, auf den Berg ſelbſt, geſchah, wie wir bald zeigen werden, erſt in der letzten lateiniſchen oder vielmehr romaniſchen Periode des Mittelalters. Zugleich iſt auch hier noch zu bemerken, daß der Name des Gottes des Reichthums, Plutos (Πλοῦτος) Sohns des Jaſius oder Ἰασίων und der Demeter, älter iſt als die Benennung des Pluten (Πλούτων) für Hades, den Herrſcher der Unterwelt.*)

Es iſt eine glückliche Folge des wiſſenſchaftlichen Forſchungsgeiſtes geweſen, der ſeit dem Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, in den Zeiten der erſten Entdeckungen von Amerika, in Italien: dem bauluſtigen, gewerbthätigen und verſteinerungsreichen Lande, ausbrach: daß dort die früheſten geologiſchen Betrachtungen der Lagerungsfolge von Sedimentſchichten zugewendet wurden, und im allgemeinen damals ſchon zu Reſultaten führten, die mit denen unſerer jetzigen Geologie merkwürdig übereinſtimmen. Umgebung und locale Verhältniſſen üben oft einen erkennbaren und dauernden Einfluß auf die Richtung und Entwickelung einzelner Wiſſenſchaften aus. Ich habe ſchon in den wenigen Blättern, welche ich der Geſchichte der Weltanſchauung widmen konnte, der ſcharfſinnigen Naturbeobachtungen erwähnt, die ſich dem alles umfaſſenden Genius von Leonardo da Vinci†) darboten bei Eröffnung von neuen Steinbrüchen und bei Anlegung von Canälen, die das lombardiſche Schuttland und die Tertiärſchichten durchſchnitten; dem Girolamo Fracaſtoro beim Anblick der Steinbrüche um Verona unfern der Citadelle von S. Felice, und der an foſſilen Fiſchen ſo reichen Geſteinſchichten des Mont Bolca; der vereinten Kräfte des engliſchen Arztes Martin Liſter und des berühmten däniſchen Anatomen Nicolaus Steno (Stenſon) am großherzoglichen Hofe von Toscana. Liſter ſprach ſchon aus‡), daß jede Geſteinſchicht durch eigene Foſſilien charakteriſirt werde; daß aber trotz großer Form-Aehnlichkeiten doch die Producte der jetzigen Meere bei genauerer Vergleichung ſich ganz verſchieden von den foſſilen, die er aufgefunden, zeigten. Es iſt zu beklagen, daß dieſe richtigen Naturanſichten bei dem geiſtreichen Manne, der auch das unbeſtrittene Verdienſt hat, ſchon im Jahr 1681 den erſten Vorſchlag gemacht zu haben, geognoſtiſche Karten von England entwerfen zu laſſen, durch wunderliche, ganz naturwidrige Hypotheſen über den Proceß der Verſteinerung und die plaſtiſchen Naturkräfte verunſtaltet wurden. In den wichtigen posthumous Works von Robert Hooke iſt dagegen das Unphiloſophiſche einer ſolchen Annahme von Naturſpielen und der ſogenannten Naturverſuche‖), organiſche Gebilde im Reiche der Foſſilien nachzuahmen, ſiegreich entwickelt; auch zum erſten Male die, damals den Theologen ſehr verhaßte Lehre von untergegangenen Thiergeſchlechtern aufgeſtellt. Steno§), in ſeinem merkwür-

*) „So weit meine Nachforſchungen reichen," ſagt Böckh, „kann man keineswegs beweiſen, daß die Benennung Πλούτων für Hades älter iſt als die Annahme des Gottes Πλοῦτος; vielmehr ſcheint es wirklich umgekehrt. Plutos, der Sohn der Demeter und des Jaſios, erſcheint ſchon in Heſiod's Theogonie v. 969 auf dreimal umackertem Felde im fruchtbaren Creta (alſo deutlich in Beziehung auf den Ackerbau, der den Reichthum giebt). Auch im Homeriſchen Hymnus auf Demeter (v. 489 ed. Herm.) kommt Plutos als Gottheit vor."

†) Vergl. Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 § 5 no. 124.

‡) Philos. Transact. Vol. VI No. 76 (Jahr 1671) pag. 2283.

‖) Die fälſchlich ſo genannten Naturſpiele (Adler-Augen: Brillen-, Nieren-, Knollen- und Zungen-Steine) ſind unter dem Namen von Morpholithen-Bildungen ein Gegenſtand wiſſenſchaftlicher Unterſuchungen meines ſcharfſichtigen Freundes Ehrenberg geweſen. Nach ihm ſind dieſe Bildungen, zu denen auch die Abſonderung des Baſalts in gegliederte Säulengruppen gehört, amorphe, unorganiſche, den Kryſtallen völlig unähnliche: aber eben ſo wie dieſe gewiſſen Formen mit Bildungs-Achſen und krummen Flächen, und daher mit den organiſchen ſich nähernden ſtereometriſchen Die von Ehrenberg 1839 mit dem Namen Morpholith belegten Bildungen ſind oft irrig mit Polythalamien und Polythalamien verwechſelt worden. (Vergl. Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandlungen der Akad. der Wiſſ. zu Berlin aus dem Jahr 1840 S. 126, wie im Atlas der Mikrogeologie 1854 S. 30 Tab. 40.)

§) Nicol. Steno de solido intra solidum contento 1669 pag. 2, 17, 28, 63, 69 fig. 20—25. Der berühmte Däne Niclas Stenſon, geboren 1638, war erſt Leibarzt des Großherzogs von Toscana, dann Profeſſor der Anatomie in Kopenhagen: und als er zum katholiſchen Glauben überging, wurde er, nach Florenz zurückkehrend, als apoſtoliſcher Vicarius mit dem Titel eines Biſchofs von Titypolis, Erzieher eines Sohnes von Cosmo III.

digen ſtratigraphiſchen Werke: de solido intra solidum naturaliter contento 1669, unterſchied zum erſten Male die Gebirgsarten, welche keine Spuren eingeſchloſſener organiſcher Reſte darbieten und die er deshalb *für die älteſten Formationen* hielt, von den jüngeren Schichten: deren jede einzelne er aus einer darüber ſtehenden Flüſſigkeit abgeſetzt (niedergeſchlagen) nennt ("turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita" ſind Steno's Worte). Dieſe *Sedimente* waren nach ihm urſprünglich alle horizontal; und erſt in der Folge ſenkrecht aufgerichtet, oder unter verſchiedenen Fallwinkeln geneigt durch den Einfluß ausbrechender Dämpfe, welche die Centralwärme (ignis in medio terrae) erregt, oder durch Nachgeben zu ſchwach unterſtützender unterer Schichten. Leibnitz dagegen, in ſeiner vulkaniſchen Protogaea*), erklärt die Neigung der horizontal abgeſetzten Schichten gegen den Horizont durch die Exiſtenz unterirdiſcher Höhlen und den Abfall in dieſelben. Der ſcharfſinnige Botaniker Fabius *Colonna* zu Neapel und Steno zu Florenz waren die erſten, die unter den foſſilen Schalthieren unterſchieden: welche urſprünglich dem Meere, welche dem Waſſer angehört haben.

Es iſt eine *hiſtoriſche* Frage wohl nicht zu übergehn, die ich kaum je berührt, ja noch weniger mit Sicherheit gelöſt finde. *Zu welcher Zeit iſt in dem Latein des Mittelalters oder in den romaniſchen Sprachen das Wort Vulkan zuerſt für feuerſpeiende Berge gebraucht worden?* Bei denen auf Lemnos und Hiera, auf Sicilien und in Unteritalien wird im Alterthum allerdings immer an *Hephäſtus* (Vulkan), nicht an *Pluto*, gedacht. Plinius lib. III. no. 92 Sillig) ſagt im allgemeinen von den Aeoliſchen Inſeln: "Hephaestiades a Graecis, a nostris volcaniae dictae." Hephaestii montes finden wir ebenfalls in Lycien; Vulcani domus nennt Virgil die Inſel Lipara; dagegen ſind, wie wir ſchon oben berührt haben, die *Plutonien* heiße Dampfhöhlen, Eingänge zum Hades, oft mit *Charonien* verbunden. (*Strabo* lib. V. p 244, XII. p. 579, XIII. p. 629, XIV. p. 636 und 649.) Ortsnamen, dem Pluto heilig, ſind ſehr ſelten. Doch wird in einem Scholion des Proclus †) bei der Mythe der Atlantis eine der Inſeln des *äußeren* Meeres dem *Pluto* geheiligt genannt.

Wenn nun aber auch im Alterthum unbeſtreitbar der Begriff feuerſpeiender Berg an den des *Vulcan* geknüpft war, ſo wurde eine ſolche Verknüpfung *ſprachlich* (ſ. oben S. 60—61) doch immer nur als *Werkſtätte* des Feuergottes, als ein ihm geweihter Ort bezeichnet. Der Uebergang des Namens des Feuergottes zu allen entzündeten Bergen gehört dem ſpäteren romaniſchen Mittelalter. In dem 7ten Bande des 1819 bis 1826 zu Bologna herausgegebenen großen Dizionario della lingua italiana wird (pag. 406) zu der Bedeutung von vulcano als feuerſpeiender Berg unter den Belegen auch die Stelle von Giovanni *Bottari* angegeben: Montagne gettanti fuoco, che prima da' Naviganti Portoghesi e poi comunemente da tutti Vulcani le appellarono. Allerdings waren die kühnen catalaniſchen Seefahrer unter Anführung von Don Jayme Ferrer ſchon 1316 an den Rio de Ouro (Br. 18° 40′), weit ſüdlich vom Cabe de Non; wie 1365 nach dem Berichte von Villaut, Sieur de Bellefonds, franzöſiſche Seefahrer von Dieppe bis nach Sierra Leone (Br. 8° 30′) und der afrikaniſchen Goldküſte gelangt: aber dieſe Expeditionen im vierzehnten Jahrhundert, auf welchen die Vulkane der canariſchen und capverdiſchen Inſeln geſehen wurden, ſtehen vereinzelt da; erſt im funfzehnten Jahrhunderte, als Jean de Bethancourt 1403 einen Theil der Canarien eroberte, als durch die lange andauernden Bemühungen des Infanten Dom Heinrich, Herzogs von Viſeo, die berühmte Navigations-Akademie zu Tereça (Villa do Infante in Algarbien) 1418 geſtiftet, der vulkanreiche Archipel der Azoren 1432 entdeckt und eine lange Reihe von Seefahrten längs der Weſtküſte von Afrika eröffnet wurde, in welcher die von Alviſe Ca da Moſto 1454 nach der Mündung des Senezal und Diego Cam (Cao) mit Martin Behaim 1484 bis 1486 die wichtigſten waren;

*) *Kosmos* 2. Buch S. 380.
†) *Humboldt*, Examen critique de l'histoire de la Géographie T. I. p. 176.

wurde die Kenntniß der vulkaniſchen Thätigkeit und ihrer ſo verſchiedenartigen Erſcheinungen weit verbreitet und populär. Man fand ein Bedürfniß, ſich eines kurzen Ausdrucks für die Berge zu bedienen, in denen Vulcan hauſte. Der Gebrauch des Worts Vulkan: welches A. W. von Schlegel von dem ſanskritiſchen ulkā: Feuerbrand, Flamme, vorzüglich feuriges Meteor, abgeleitet hat (vgl. Pott, etymologiſche Forſchungen Th. I. 1833 S. 265 und Bopp's glossarium sanscritum 1847 p. 53), für den Berg ſelbſt ſteigt vielleicht nicht höher als 80 bis 90 Jahre vor der Entdeckung von Amerika auf. In allen Schriftſtellern der portugieſiſchen und ſpaniſchen Conquiſta wird das Wort durchgängig gebraucht als eine alte, ganz gewöhnliche Benennung. Sahagun, Bernal Diaz, Gomara, Antonio de Herrera und viele andere nennen die feuerſpeienden Berge Volcanes de Mexico, de Quito, de Popayan. Auffallend iſt es, daß Bembo im Aetna dialogus, vielleicht aus ſtrenger Reinheit der Sprache, das Wort vulcanus nicht anwendet. Wenn ich es vergebens geſucht habe bei Roger Baco, dem Cardinal d'Ailly (Petrus Alliacus), Gerſon, Vincentius Bellovacenſis und Dante; ſo war es mir um ſo auffallender, im Albertus Magnus (der um 1190 geboren wurde) folgende Stelle (über den Bimsſtein) zu finden: "inveniuntur lapides quidam tantae porositatis, ut natent super aquam, sicut lapides quos ejicit vulcanus (Liber de Mineralibus cap. VI. Tract. primi libri, ed Venet. 1494). Hier iſt das mythiſche Weſen faſt mit dem Berge bildlich verwechſelt.

Um die Gliederung und den inneren hiſtoriſchen Zuſammenhang unſrer geologiſchen Erkenntniſſe ſchärfer zu ergründen, muß hier in Erinnerung gebracht werden, daß das Auffinden foſſiler organiſcher Meerprodukte, in den Geſteinſchichten eingeſchloſſen, früh und faſt überall dieſelben Fragen hervorrief, deren voreilige Beantwortung noch ſichtbare Spuren in unſren jetzigen ſyſtematiſchen Eintheilungen und der wiſſenſchaftlichen Nomenclatur gelaſſen hat. Es handelte ſich, wie bei Apulejus*), um die Allgemeinheit der Deucalioniſchen Fluth und ihre Wiederkehr; um das frühere Trockenlegen der höheren Erdtheile, und auf dieſen um die Entſtehung der älteſten Pflanzen- und Thiergattungen wie bei Trogus Pompejus†): um die Wahrſcheinlichkeit der Annahme einer keim- und mutterloſen Zeugung (generatio aequivoca, spontanea, primaria), welche ſelbſt in chriſtlichen Zeiten den großen Auguſtinus, Biſchof von Hippo‡), beunruhigte; um die ſtrenge Scheidung von foſſilienreichen, ſecundären Geſteinsbildungen und den uranfänglichen, ſtets foſſilienleeren: weil dieſelben ſchon zu einer Zeit erhärtet ſind, wo Erde und Meer noch ohne Pflanzen und Thiere waren. Von dieſen Fragen rief eine die andere hervor; und der ſcharfſinnige Forſcher, der die Verſchiedenheit der Foſſilien in auf einander folgenden Schichten am lebhafteſten angeregt hatte, Nicolaus Steno||), war auch der, welcher unter den ſechs von ihm

*) S. oben Kosmos 5. Buch S. 908.

†) Justinus lib. II. cap. 1. Wenn ich in der Anm. ‡ (Kosmos 1. Buch S. 184) der periodiſchen Terraſſen-Phantaſie des großen Linné bei Gelegenheit der Behauptung des Trogus Pompejus gedacht habe, nach welcher die Hochebene von Aſien, als zuerſt in der Urwelt abgetrocknet, durch generatio primaria auch die erſten lebendigen Organismen erzeugt haben ſoll; ſo iſt es in Bezug geweſen auf die kleine Abhandlung de tellure habitabili in Linnaei Amoenitates academicae (ed. Schreber 1787) Vol. II. p. 444 no. 45: "Sequitur vero jam Modus ostendendus, quo potuerint omnia Vegetabilia, in exigno terrae tractu, invenire solum sibi conveniens, et Animalia quaeque clima quod desiderant." no. 46: "Si concipiatur Paradisus situs sub ipso Aequatore, simul quomodo hoc fieri possit hujus rei ratio concipitur, modo ponatur excelsum montem campos ejus laetissimos ornasse." Die pflanzen-geographiſchen Beobachtungen Tournefort's am Ararat, an deſſen Abhange wie bei allen ſehr hohen Bergen die Klimate wie die Floren verſchiedener Erdzonen über einander gelagert ſind (Amoen. acad. Vol. II. p. 445 no. 50), haben Linné auf eine Anſicht geführt, die weit ein Zuſammenleben von Tropen- und lapländiſchen Formen an einem Punkte, aber nicht die Verbreitung vom Aequator gegen die Pole erklären konnte. Der Einfluß der Hochebene auf Pflanzencultur und Kälte des Klima's war übrigens den Alten ſehr bekannt. „Auch in ſüdlichen Erdſtrichen," ſagt Strabo (lib. II. p. 73), „iſt die Berge kalt und überhaupt jeder Boden, wenn er auch eine Ebene iſt." Ueber den ſeltenen Ausdruck ὁροπέδια ſ. meine Asie centr. T. I. p. 58—60.

‡) Augustinus de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Kosmos 1. Buch S. 184): "Si per generationem spontaneam e terra exortae sunt bestiae," ſo war es ja unnütz ſie alle in einer Arche zu verſammeln.

||) Das kryſtallographiſche und geognoſtiſche kleine Werk des Steno, auf das Elie de Beaumont und ich erſt in neuerer Zeit, kaum ſeit drei Jahrzehenden, die Aufmerkſamkeit wieder gerichtet haben, iſt nur der meiſterlos wortkarge lateiniſche Prodromus zu einem größeren, nie erſchienenen Werke, welches nach dem Wunſche des Großherzogs von Toscana, Ferdinands II., Vaters von Cosmus III., italiäniſch ausgearbeitet werden ſollte (da Solido p. 6). Die älteſte, unterſte, ganz foſſilen-

angenommenen Epochen der Bodenbildung in Toscana die älteste Bildung aus einem Urmeere ohne Organismen, vor deren Entstehung, sich niederschlagen ließ: und hat so mit den späteren Targioni Tozzetti und Lazaro Moro am meisten zu der sich zwei Jahrhunderte lang erhaltenden Nomenclatur uranfänglicher und darum nothwendig versteinerungsloser Gebirgsarten beigetragen. In der Chronometrik der Erdschichten: welche Hooke's großer Geist schon geahndet hat, in der wir kühn neue Schöpfungen nennen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen, habe ich, immer mehr und mehr den Eruptiv-Charakter des Granits und anderer endogener Gebirgsarten*) anerkennend, ohngefähr seit dem Jahre 1825 und 1826: gegen die Zeit, als ich in Paris und Berlin mit Vorlesungen über den Kosmos beschäftigt war, aufgehört, mich des Wortes uranfänglich zu bedienen.†) Die Zahl der Granite, Gneiße, Glimmerschiefer und Syenite, welche durch Auflagerung den entgegengesetzten Charakter darbieten, hat sich ansehnlich vermehrt (Kosmos 1. Buch S. 130). Wir finden nach Charpentier und Lardy am Nufenen Passe (Studer, Geologie der Schweiz I. S. 96) zwischen dem oberen Wallis und Canton Tessin granathaltige Glimmerschiefer, eigentlich Kalk-Glimmerschiefer mit Belemniten, wahrscheinlich einen unkrystallisirten Liasschiefer: wie nach Escher ein ganz ähnliches Vorkommen an der Furca und nach Studer am Berg Lukmanier (Studer I. S. 241 und 376); nach Dufrenoy in den Pyrenäen im Thal Vicdessos Granit jünger als die Lias-Formation, ja selbst bei St. Martin de le Gly jünger als Kreide: nach Gustav Rose, Ehrenberg und Humboldt im nördlichen Asien am oberen Irtysch silurischen Schiefer bedeckend; denselben nach Macculloch, Dechen und Murchison auf Arran auf fossilreichen Sedimentschichten ruhend, ohne den nahen Conglomeraten Granitgeschiebe mitzutheilen;‡) auf Sky am Ben-na-Charn Syenit auf Lias aufgelagert; nach Marzari Pencati das Contact-Phänomen eines syenitartigen Granits, der den Kalkstein der Jura-Formation bei Predazzo bei der Cascade von Canzacoli in salinischen Marmor verwandelt.‖) Die Auflagerung des Syenits und Granites bei Weinböhla und Hohnstein auf Pläner und Quader-Sandstein in Sachsen ist nach Naumann und Cotta jedenfalls durch eine Ueberschiebung des starren Granites über die Schichten der Kreide-Formation entstanden; und dürfte daher nicht sowohl für eine neue Bildung des Granits als vielmehr für das Ereigniß einer großartigen Dislocation nach der Kreide zeugen. Dagegen sprechen die Erscheinungen im Voigtlande und bei Strehla entschieden für eine jüngere Bildung der dortigen Granite in Vergleich zu den angrenzenden Schiefern: gerade wie in Schottland, im Harze und am Irtysch. Die scheinbaren Einschlüsse von Pläner im Granit

---

erre, uranfängliche Schicht wird also geschildert: "de prima terrae facie in eo quo Scriptura et Natura consentiunt, quod aquis omnia tecta fuerint, Natura silet, Scriptura loquitur! Quod autem fluidum aqueum fuerit, quo tempore nec dum animalia et plantae reperiebantur, et quod fluidum illud omnia texerit, montium altiorum strata omni heterogeneo corpore destituta evincunt. Quod si vero supra primi fluidi strata quibusdam in locis alia strata reperirentur diversis corporibus (animalium et plantarum) referta, aliud inde non sequeretur quam supra strata primi fluidi ab alio fluido nova strata deposita fuisse." (De Solido p. 69.) Ueber die Art des Wachsthums, der Zunahme der Krystalle nach Verschiedenheit der Lage ihrer Axen s. pag. 37—52 und die geometrischen Figuren 7, 13, 14 und 17. Ein vollständiger Auszug aus Steno's Prodromus findet sich in dem sehr zu empfehlenden Lehrbuch der Geologie, theilweise nach Elie de Beaumont, von C. Vogt 1847 Bd. II. S. 384—392.

*) Die Ausdrücke endogen und exogen (im Erd-Inneren oder an der Erd-Oberfläche als Sedimente erzeugt) sind vom Jahr 1803, in Anwendung von geognostischen Profilen für die Hochebene von Mexico (das eigentliche Anahuac) entstanden; s. Kosmos 1. B. S. 129. Wenn gleich dieses Buch erst 16 Jahre nach meiner sibirischen Expedition, 1845, erschien, so wurden doch die Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung, aus denen das Werk vom Kosmos entstanden ist, in der Berliner Universität schon im November 1827 gehalten; ja schon 1825 wurden, in dem Tableau des formations de l'Amérique méridionale, im 3ten Bande des Voyage aux Régions équinoxiales p. 251, Granit, Gneiß und Glimmerschiefer aufgeführt als terrains *vulgairement* appelés primitifs, mit dem Beisatz: "se vanter d'une stabilité d'opinion en Géologie, c'est se vanter d'une extrême paresse d'esprit, c'est vouloir rester stationnaire au milieu de ceux qui avancent."

†) Einen bestimmten ganz ähnlichen Ausspruch s. in Studer's vortrefflichem Lehrbuch der physikal. Geographie und Geologie 2te Ausg. 1847 Bd. II. S. 137.

‡) Sir Charles Lyell, Manual of Geology 1855 p. 589—593.

‖) Kosmos 1. Buch S. 137; Naumann Lehrbuch der Geognosie Bd. II. 1854 S. 277; Roth in der Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft Bd. III. 1851 S. 140; Lyell, Manual p. 586.

von Zscheila bei Meißen sind von Gumprecht für späte Ausfüllungen von Klüften und Höhlungen des weit älteren Granites erkannt worden.

Die Abwesenheit fossiler organischer Einschlüsse in eruptiven endogenen Gebirgsmassen (plutonischen wie vulkanischen) berechtigt keineswegs zu dem Schlusse, daß ihre Ausbrüche, d. h. ihre Erscheinung an der Erdoberfläche, einer Zeit angehören müssen, in welcher das organische Leben: der Meer- und Landpflanzen, der Wasser- und Lufthiere*), noch nicht erwacht war. Die Abwesenheit solcher Einschlüsse ist Folge der endogenen Bildung in den heißen Tiefen der Erde: sei der Ausbruch, die Erhebung auch neuer als alle Kreidethiere. „Allerdings muß," wie ein geistreicher, vielumfassender Geologe sagt†), „mit Recht die ganze Reihe der sedimentären Formationen doch zuletzt von etwas getragen werden; die ältesten aller eruptiven Bildungen müssen eine Unterlage gefunden haben, über die sie sich ausbreiten konnten." Diese Unterlage kann freilich auch eine Granitschicht sein; aber kann man mit Gewißheit darthun, daß es eine von denen sei, die sich unsrer Beobachtung darbieten? Wir gelangen hier an die Frage, welche die indische Urmythe‡) berührt; an die Frage, worauf, wenn ein Elephant die Erde trägt und er selbst von einer Riesen-Schildkröte getragen wird, die Schildkröte ruht? Es ist wahrscheinlich, daß überall dieselbe plutonische Gebirgsart (Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Porphyr) die Unterlage, nicht die Association derselben Mineral-Species sei. Fossilfreie Schichten sind nicht nothwendig prozoisch, vor dem Erwachen des organischen Lebens in azoischen Zeiten gebildet.‖) Die ältesten der unter-silurischen Schichten, die von Bray Head und Wicklow in Irland, welche man ehemals würde cambrisch genannt haben, umwickeln einen Zoophyten Oldhamia: nach seinem Entdecker, Professer Oldham, benannt§); von fast gleich hohem Alter, aber, wenn gleich minder allgemein, selbst in die obere silurische Formation übergehend, sind die Graptolithen.¶) Naumann äußert sich also in einem Briefe an mich mit dem ihm eigenen Scharfsinn und mit lobenswerther Vorsicht über das, was man primitive Formation nennen kann: „Ob eine solche," sagt er, „gegenwärtig irgend wo sichtbar zu Tage austritt, aus welchen Gesteinen sie besteht und wie sie gebildet worden? sind schwer zu lösende Fragen. Es ist möglich, daß ein Theil der geschichteten krystallinischen Silicat-Gesteine (Gneiß, Glimmer- und Hornblend-Schiefer) wirklich für primitiv zu halten sind; es ist aber gewiß, daß ganz ein-

*) Ich erinnere durch diesen physiologischen Ausdruck an die schöne Stelle des Strabo (lib XVII. pag. 810 Casaub.) in der es heißt: „Die Vorsehung, der lebendigen Wesen Erzeugerin, bereitete, da der Mensch kein Wasserthier, sondern ein Land- und Lufthier ist, auch vieles Lichtes bedarf, auf der (abgetrockneten) Erde viele Höhen und Tiefen."

†) Carl Fried. Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. II. S. 8. Leopold von Buch, als er kurz vor mir die Canzacoli bei Predazzo besucht und den Grafen Marzari Pencati, gegen dessen Verdienste er wenig gerecht war, sorgfältig vermieden hatte, schrieb mir am 14. November 1822 nach Verona: daß „wir die alte Annahme eines festen primitiven Bodens vor aller organischen Schöpfung ganz aufgeben sollten. Die Erd-Metalloide müßten sich ja zu festen Massen verbunden haben, um den alten Meeresgrund zu bilden und die Flüssigkeit aufzunehmen, welche später Fische und Conchylien beleben sollten. Durch die Erscheinung (den Ausbruch) des rothen Porphyrs entsteht die ganze Flözformation: zuerst das Rothe Todtliegende, welches zerriebener Porphyr ist; dann das Kohlen-Gebirge und die Kalkbildungen, die ich mir als Muschelbänke im Meere denke. Die Erscheinung der Basalte veranlaßte den Quader-Sandstein ..... Demnach können sich die älteren Orthoceratiten und Trilobiten auf einem schon früh gebildeten Gneißboden bewegt haben. Wenn bei Predazzo Wärme den dichten Kalkstein in körnigen umgewandelt hat, so gehört diese Wärme wohl dem Augit-Porphyr an, der die Hebung des Granits veranlaßt hat. Man muß unterscheiden die Epoche des Hervortretens von der früheren Bildung und früheren Existenz in der Tiefe."

‡) Kosmos 1. Buch S. 169.

‖) Ueber die Ausdrücke prozoisch und azoisch s. Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. I. S. 812 und Bd. II. S. 9.

§) Oldhamia antiqua und O. radiata, findet. "The reader," sagt Sir Roderick Murchison, (Siluria 1854 p. 32 und 165), "may look with reverence on this zoophyte of Ireland, for notwithstanding the most assiduous researches it is the only animal relic yet known in this very low stage of unequivocal sedimentary matter."

¶) Graptolithen Siluria pag. 46, 177 und 185.— Sehr alt in den Llandeilosflags unter dem Caradoc-Sandstein sind auch Ampyx (vormals Trinucleus) nudus wie Trinucleus carnutaei, Murchison. Ueber das älteste Thier- und Pflanzenleben in dem untersilurischen Grauwacken-Thone bei Petersburg s. Ehrenberg in den Monatsberichten der Berl. Akad. vom Juni 1858 S. 324—337, und das vortreffliche große Werk des russischen Akademikers, Dr. Heinrich Pander: Monographie der fossilen Fische des Silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements 1856. Ueber die norwegischen Graptolith- und neben Orthoceratit-Kalkstein s. Kjerulf über die Geologie des südlichen Norwegens 1857 S. 92.

liche Gesteine von weit neuerer Bildung vorhanden sind. Weil diese die letzteren theilweise metamorphosirt sind, so hat man auch die ersteren dafür erklären wollen. Es gehört nun einmal zu den Wagnissen der Geognosie, überall sogleich die Genesis der Dinge erklären zu wollen."

Die vormals uranfänglich genannten Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, nach meinen Erfahrungen vorzugsweise die erstere; bewahren in der bei weitem größeren Zahl der Fälle ihres Hervortretens, selbst da, wo sie sehr neue Sedimentschichten durchbrechen, ihren wesentlich plutonischen Eruptiv-Charakter. Am vollkommensten ist dieser von Leopold von Buch, Hausmann, Murchison und Kjerulf im südlichen Norwegen unbezweifelt beobachtet worden; aber es giebt auch, wenn gleich sparsam, in beiden Continenten Oertlichkeiten, in denen Glimmerschiefer und Syenit als umgewandelte (metamorphosirte) silurische, devonische und sogar spätere Sedimentschichten erkannt werden. Selbst in dieser Schrift, in welcher Anhäufung von unter sich analogen Einzelheiten vermieden werden muß, ist mehrmals von einem solchen zweiartigen*) Auftreten der plutonischen Formation die Rede gewesen. Hier genügt es an die Zeugnisse geübter Beobachter: Charpentier, Escher und Brochant für die Schweiz; von Delesse und Elie de Beaumont für die Vogesen, von Friedrich Hoffmann für das Fichtelgebirge; zu erinnern. In dem nördlichen Asien†): in dem Theil des Altai, welcher sich vom schönen See von Kolywan durch die Platowsker Steppe über Buchtarminsk und Narym nach dem chinesischen Wachtposten Baty hin erstreckt, sieht man überall die Granite ganz unbegleitet von Gneiß oder Glimmerschiefer auftreten. Unter welchem Drucke, bei welcher Höhe der Temperatur von mit Säuren geschwängerten Dämpfen, oder ob in trocknem Erglühen diese Umwandlungen statt gefunden haben? wie oft ohne Aufnahme neuer Stoffe, bloß durch Veränderung der Association der vorher schon vorhandenen Bestandtheile‡), die Metamorphose vorgeht? leitet auf Fragen, zu deren allmäliger Lösung durch Anführung analoger Processe der wichtige und wohlthätige Einfluß der Chemie auf die Geognosie nahe Hoffnung giebt. Was man unter allen Zonen im silurischen und devonischen Sediment-Thonschiefer-Gestein vorgehen sieht, bietet wie erkennbare Vorstufen solcher Erscheinungen dar: besonders wenn der Thonschiefer (von eingeschlossenen Lagern ist hier keine Rede) in seinem inneren Gewebe mit Kalktheilen gemengt wird; viel Glimmer und durch Imprägnation mit Feldspath (Fournet's Feldspathisation) Talkblättchen, Chiastolith, Quarz, mehr oder weniger kohlenhaltigen Lydit‖) (Kieselschiefer) und Quarzmassen aufnimmt; in der Nähe eruptiver Porphyre selbst porphyrartig wird, sich (durch Verwitterung?) in zelligen Mandelstein verwandelt: ja durch eingewachsene Uralit-Krystalle, die oft einen Kern von Augit haben, minder blättrig in grünen Schiefer übergeht. Ein großes Licht hat auf diese Metamorphosen geworfen die glückliche künstliche Hervorbringung einzelner Mineralkörper: der Zinn- und Titan-Oxyde, des Apatits und der Topase von Daubrée; des Rubins von Gaudin, des Korund und Berylls durch den scharfsinnigen Ebelmen; der kleinen Quarzkrystalle und des Korund wie 28 anderer Stoffe, die auf Gängen vorkommen, von H. de Senarmont auf nassem Wege der früheren trefflichen Arbeiten von Mitscherlich, Berthier, Gustav Rose, Haidinger und Blum §) nicht zu gedenken.

*) Kosmos 1. Buch S. 133—135; 5. B. S. 914; Naumann, Geognosie Bd. II. S. 8 und 162—168, wie die neueren zwei vortrefflichen Schriften von Theodor Kjerulf: das Christiania-Silurbecken 1855 S. 3 bis 7 und über die Geologie des südlichen Norwegens 1857 S. 6—17.

†) Humboldt, Asie centrale T. I, p. 292—314.

‡) Bulletin de la Société géologique XII. (1811) p. 322.

‖) Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser Bd. I. S. 135—140. Galvanische Versuche beweisen die Anwesenheit des Kohlenstoffs im lydischen Stein oder Kieselschiefer.

§) Daubrée, recherches sur la production artificielle des minéraux de la famille des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXIX. 1854 p. 135; derselbe sur la production artificielle de l'apatite, de la topaze et de quelques autres minéraux fluorifères in den Annales des Mines 4ème Série T. XIX. 1851 p. 684; H. de Senarmont, expériences sur la formation des minéraux par la *voie humide* dans les gîtes métallifères concrétionnés in den Annales de Chimie et de Physique 3ème Série T. XXXII. 1851 p. 14. "La géologie minéralogique," sagt sehr wahr dieser talentvolle Mi-

Ehe wir zu der speciellen Angabe der Gebirgsarten übergehen nach ihren vier Entstehungs- und Bildungsformen: als endogenen, vulkanischen oder plutonischen, Eruptiv-Gesteins; als Sedimentschichten, als umgewandelten oder metamorphosirten und klastischen Conglomerat-Gesteins; wollen wir noch einige Allgemeinheiten vorausschicken: Ansichten der vergleichenden Geologie*), welche der Anblick sehr verschiedenartiger Theile der Erdfläche in dem Beobachter hervorruft. Es sind zuvörderst zu unterscheiden in den nicht einfachen Gebirgsarten die bestimmten, immer wiederkehrenden Associationen gewisser Mineral-Species von den Lagerungsverhältnissen (Verhältnissen der Reihung), in denen die zusammengesetzten Gebirgsarten unter einander oder zu einfachen Gebirgsarten auftreten. Die Identität der Association in der Gebirgsart ist nicht mit der Identität der Reihung selbst zu verwechseln. Die letztere bestimmt einen der Hauptcharaktere von Formations-Typen; ich sage geflissentlich: einen der Hauptcharaktere: denn ein eben so wichtiges Kennzeichen ist bei petrographischer Aehnlichkeit einzelner silurischer, devonischer oder späterer Sedimentschichten die Identität eingeschlossener organischer Gebilde. Eine solche Identität führt auf den Begriff der Gleichzeitigkeit der Entstehung. Wesentliche Verschiedenheit der Fossilien trennt Formationen, welche petrographisch sehr gleich sind. Merkwürdig ist es, daß, um fast anderthalb Jahrhunderte von einander getrennt: Steno einerseits: und William Smith, Lamarck und Brongniart auf der anderen Seite die Formations-Typen vorzugsweise nach den organischen Einschlüssen; dagegen Lehmann (1756), Füchsel (1762) und Werner (1774) diese Typen scharf, aber unvollständig nach Lagerungsverhältnissen bestimmten.†) In den mittleren Sedimentschichten zwischen der Kohlen-Formation und dem Muschelkalk, von welchem die Jura-Formation bis 1795—1799 noch nicht (Kosmos 4. Buch S. 632) getrennt wurde, führten beide Eintheilungsgründe (der wiederholt beobachteten regelmäßigen Auflagerung: selbst da, wo einzelne Glieder nicht ausgebildet waren; und der organischen Einschlüsse) ohngefähr zu denselben Resultaten: ein Zeichen, daß zu denselben Zeitepochen sehr ähnliche Bedingungen des Drucks, der Temperatur, der localen chemischen Beschaffenheit einer absetzenden Flüssigkeit eine gewisse Uebereinstimmung petrographischer Structur veranlaßten. Lehmann unterschied zuerst Flöz- und Ganggebirge: unter dem

---

neralogie, "n'a pas jusqu'ici d'autre guide expérimental que la chimie, mais l'analyse chimique n'éclaire qu'un seul côte de la question. On connaît très imparfaitement une espèce minérale par ce qu'on a déterminé sa composition élémentaire, ou même les lois atomiques qui régissent leurs combinaisons; il reste encore à découvrir, dans quelles conditions nécessaires chacune d'elles peut se produire. L'analyse est évidemment muette sur ce point, et c'est à la synthèse à compléter son oeuvre inachevée. On se rapprochera le plus possible des procédés de la nature, si l'on arrive à reproduire les minéraux dans leurs conditions d'association possible au moyen des agens chimiques naturels les plus répandus et en imitant les phénomènes que nous voyons encore se réaliser dans les foyers où la création minérale paraît avoir concentré les restes d'une activité qu'elle déployait autrefois avec une toute autre énergie, mais qui produit même aujourd'hui des éjections ignées, gazeuses ou liquides. L'état cristallin des produits formés artificiellement est quelquefois imparfait et toujours microscopique. Ce n'est pas d'ailleurs le volume des cristaux, c'est le fait même de leur création qui résout de pareils problèmes; là est le point essentiel, et pour obtenir d'avantage il ne faudrait suivant l'expression de Daubenton que „le tems, l'espace et le repos": puissants moyens qui n'appartiennent qu'à la nature."

*) Elie de Beaumont, notice sur les Systèmes des Montagnes T. I. p. 8—10; Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. VI: "Dans cet ouvrage comme dans mes Recherches sur les lignes isothermes, sur la Géographie des Plantes et sur les lois que l'on observe dans la distribution numérique des formes végétales, j'ai taché, tout en exposant le détail des phénomènes sous différentes zones, de généraliser les idées, et d'aborder quelques-uns des grandes questions de la philosophie naturelle. J'ai insisté principalement (dans la *Géologie* comparée) sur les phénomènes *d'alternance, d'oscillation* et de *suppression locale*, sur ceux que présentent les passages des formations les unes aux autres par l'effet d'un *développement intérieur*. Ces questions, je pense, ne sont pas de vagues speculations théoriques; loin d'être infructueuses, elles conduisent à la connaissance des lois de la nature. C'est rabaisser les sciences que de faire dépendre uniquement leur progrès de l'accumulation et de l'étude des phénomènes particuliers."

†) Johann Gottlob Lehmann's Versuch einer Geschichte der Flötzgebirge 1756; G. C. Füchsel, in Abhandl. in den Actis Acad. elect. Moguntinae (Erf. 1762) Vol. II. p. 44—209 unter dem Titel: historia terrae et maris ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta. Später, 1773, erschien Füchsel's Entwurf zur ältesten Erd- und Menschengeschichte. Werner, kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten (Dresden 1787).

letzteren unbeſtimmten Namen plutoniſche Eruptiv-Gebirge verſtehend. Füchſel und vorzüglich mein großer, aber doch in ſeinem Geſichtskreis beſchränkter Lehrer (Werner) haben ſich das glänzende Verdienſt erworben, den Begriff einer Formation in die Wiſſenſchaft recht eigentlich eingeführt zu haben. Leider! hielt Werner, was er Geologie nannte, für den träumeriſchen Theil ſeiner Geognoſie.

Wie in den einzelnen Gebirgsarten, welche Theile des feſten Erdkörpers ſind, nach der Natur ihrer Beſtandtheile oder nach der Aſſociation derſelben Mineral-Species unter den verſchiedenſten Breiten- und Längengraden ſich vollkommen gleich bleiben (Stücke granathaltigen Glimmerſchiefers, körnigen Labradors, Hyperſthenfelſes oder Phonoliths von der Andeskette ſind nicht von denen Mittel-Europa's und Nord-Aſiens zu unterſcheiden); ſo bleiben ſich auch gleich die Uebergänge in einander und die Lagerungsverhältniſſe ganzer Gebirgsſchichten: der Aggregat-Zuſtand identiſcher, ſehr zuſammengeſetzter Formationen in dem ſiluriſchen Syſteme, der Trias, der cretaciſchen und Neocom-Bildung. Eine ſolche Beſtändigkeit in der Uebereinſtimmung (association constante) gewährt z. B. in der Beobachtung allmäliger Uebergänge der Gebirgsarten durch innere Entwickelung*) auf weiten Reiſen oft den überraſchendſten Eindruck. Fremde Geſtalten des Pflanzen- und Thierlebens bedecken einen Boden, der durch ſeine petrographiſche Beſchaffenheit das Andenken an das Heimiſche freudig †) zurückruft. Eine ſolche Allverbreitung und Identität der Zuſammenſetzung und Gliederung mahnt an eine Entſtehungszeit, in welcher der geſpaltene und ſich erhärtende Planet ſich ſeine Klimate ſelbſt gab: faſt unabhängig von der Stellung einzelner Erdzonen gegen die Sonne als Centralkörper.

In zuſammengeſetzten Formationen ſind die einzelnen Glieder, aus denen ſie beſtehen, entweder identiſch oder parallel, d. i. erſetzend, da wo einzelne weſentliche Schichten unterdrückt oder ausgefallen ſind. Zu unterſcheiden iſt bei dem petrographiſchen Wechſel auf einander gelagerter heterogener Schichten der allmälige Uebergang (man könnte ſagen das Präduliren einer großen Veränderung); oder der Wechſel, die Alternanz, periodiſche Wiederkehr petrographiſch abſolut getrennter Schichten. Das Präludiren großer Veränderung, der Nähe einer verſchiedenartigen Schicht beſteht nicht immer in innerer Veränderung der Beſtandtheile: ſondern in Frequenz eingeſchalteter Lager, die ſich im unveränderten Geſtein ſo oft wiederholen, bis ſie das Lagergeſtein, die ganze aufliegende Gebirgsart ſelbſt bilden. Wo Gneiß-Gebirge ohne eingeſchloſſene Granitlager auf Granit folgt, wird dieſe Folge oft durch große Frequenz von Gneißlagern im Granit verkündigt.‡) Das merkwürdigſte Beiſpiel der periodiſchen Wiederkehr, des Abwechſelns ganz heterogener Schichten hat mich in der mexicaniſchen Hochebene nordweſtlich von Guanaxuato auf dem Wege nach Ovejeras in Erſtaunen geſetzt: wo mehrere tauſend Schichten ſchwärzlichen Grünſteins mit, ebenfalls nur 14—16 Zoll mächtigen, weißlichen und ſehr quarzreichen Syenit-Lagen ab-

*) "L'examen *minéralogique* le plus minutieux ne peut être indifférent au géognoste qui examine *l'âge des formations* dans les différentes zones de la surface du globe. C'est par cet examen qu'on parvient à se former une juste idée de la manière *progressive* dont *par développement intérieur*, c'est à dire par une changement très lent dans les proportions de la *masse*, se fait le *passage* d'une roche à une roche voisine. Les *schistes de transition*, dont la structure paraît d'abord si différente de la structure des porphyres ou des granites, offrent à l'observateur attentif des exemples frappans de passages insensibles, à des roches grenus, porphyroïdes ou granitoïdes. Ces schistes deviennent d'abord verdâtres, plus durs et plus siliceux. À mesure que la pâte amorphe reçoit de l'amphibole, elle passe à ces amphibolites trapéennes qu'on confondait jadis souvent avec les basaltes. Ailleurs, le mica, d'abord caché dans la pâte amorphe, se développe et se sépare en paillettes distinctes et nettement cristallisées; en même temps le feldspath et le quarz deviennent visibles, la masse paraît grenue à grains très allongés; c'est un vrai gneis de transition. Pûs à peu les grains perdent leur direction commune, les cristaux se groupent autour de plusieurs centres; la roche devient un granite ou, si l'amphibole abonde, une syénite." Humboldt, Essai sur le Gisement des Roches 1823 p. VI und 10. Ueber äquivalens géognostiques ou roches parallèles ſ. a. a. O. p. 44 und 365.

†) Kosmos 1. Buch S. 9.

‡) "Tous les terrains offrent l'exemple de *formations indépendantes* qui préludent comme couches subordonnées;" Humboldt, Essai sur le Gisement des Roches p. 368; über Alternanz ſ. p. 21 und 32.

wechseln. In dem Syenit setzen Gänge von Grünstein, im Grünstein oft Gänge von Syenit auf.*). In einer verwickelten Reihenfolge von exogenen Formationen ist zur sicheren Bestimmung des relativen Alters und der Independenz einer Formation von großer Wichtigkeit das Auffinden einer Schicht, die weit verbreitet ist und zum geognostischen Horizonte dienen kann. Eine solche Schicht, deren Identität am sichersten durch organische Einschlüsse (Leitmuscheln) festzustellen ist, entscheidet vorzugsweise da, wo in versteinerungsleeren Schichten verschiedenen Alters große petrographische Aehnlichkeit herrscht. †)

Formations-Typen.

Wir fahren fort, nach denselben Grundsätzen die endogen-eruptiven Formationen, und zwar sowohl die plutonischen (Diorit, Syenit, Granit, Porphyr, Hyperſthen, als die ächt vulkanischen Gebilde (Basalt, Phonolithe, Mandelsteine und Trachyte: letztere aus Gipfel-Kratern wie in der Ebene aus alten Erdspalten ergossen), aufzuführen. Diesen eruptiven Formations-Typen lassen wir zunächst folgen die metamorphosirten Gebilde: nämlich die krystallinisch silurischen und devonischen Schiefer, welche zuerst zu Talk und Glimmerschiefern, und aus letzteren zu Gneiß umgewandelt sind; dann Sediment- und Flöz-Formationen: wie alle, hier nur ganz objectiv betrachtet nach der petrographischen Association ihrer Bestandtheile, nicht nach ihrer Alters- und Entstehungsfolge, weil dieselbe Association besonders bei endogenenen Formationen trotz des sehr verschiedenen Alters der Durchbrüche mineralogisch doch identisch ist: während daß der Freund, dem ich so oft und gern folge, Gustav Rose, in dem Eingange seiner geologischen Vorlesungen von 1854 die gesammten endogenen Gebirgsarten in 4 Gruppen theilte, in die Granit-, Grünstein-, Trachyt- und Basalt-Gruppe; erkennbar einschließend Krystalle von Feldspath, Oligoklas, Kali- und Magnesia-Glimmer, Hornblende, Augit, Labrador, Leucit, Nephelin u. s. w.‡)

Die Metamorphose, welche die krystallinischen Schiefer, besonders die Gneißbildung, hervorbringt, bietet große Schwierigkeiten dar: so wie Eindrücke, welche die leichtflüssigeren Feldspath-Krystalle in dem strengflüssigeren Quarz hinterlassen;‖) und wo Granit neben

*) Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle-Espagne T. III. p. 190. Bei Chichimequillo bricht säulenförmiger Porphyr aus dem Syenit aus; auch Basalt, aus dessen Breccien eine der heißesten Thermalquellen (von 96°,3 der hunderttheiligen Eintheilung) hervorsprudelt (vergl. S. 921).

†) Humboldt, sur le Gisement des Roches p. 16: "Il n'est pas facile de fixer l'ancienneté relative du *muschelkalk* et du *quadersandstein* là où manquent ces rochus généralement répandues, servant, selon l'expression heureuse de Mr. de Gruner, mon savant condisciple à l'école de Freiberg, *d'horizon géognostique*. Lorsque des roches ne sont pas en contact immédiat, on ne peut juger de leur parallélisme que par leur rapport d'âge avec d'autres formations qui les unissent."—S. auch Elie de Beaumont, notices sur les Systèmes des Montagnes T. I. p. 10, 185 und 188.

‡) Kosmos 4. Buch S. 872—887.

‖) Diese Verhältnisse haben meinen vieljährigen Freund, Prof. Gustav Bischof zu Bonn, in seinem Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie (in der 2ten Abtheilung des 2ten Bandes S. 924) zu einem sinnigen, aber sehr lebhaften Ausspruch veranlaßt. „Delesse, ein trefflicher Naturforscher," sagt Bischof, „bemerkt selbst, daß die Bildungsfolge der Mineralien des Syenits nicht die ihrer Schmelzbarkeit sei. Im äußerst strengflüssigen Quarz die viel leichter schmelzbaren Feldspath- und Hornblende-Krystalle abgeformt zu finden, und ihn für eine Bildung auf feuerflüssigem Wege auszugeben, heißt so viel, als wenn man glauben zu machen versuchte, eine gothische Kirche mit allen ihren Spitzbögen und Ornamenten auf einer Gußeisen-Tafel sei in einer bleiernen Form abgegossen worden. Man würde eine solche Zumuthung für eine Invective der gesunden Vernunft halten, und doch mathen ihr die Ultraplutonisten ganz dasselbe zu. Diese Absurdität war eines der ersten Motive, das mich zum Abfall von den ultraplutonistischen Phantasien drang." — Ueber diese Aeußerungen hat mein südtiroler Reisegefährte, Gustav Rose, mir seine Ansichten in einem eben empfangenen Briefe mitgetheilt. „Indem Sie," schreibt er, „mich um meine Meinung über jene merkwürdige Stelle befragen: und der Umstand, daß in dem Granit und Syenit der Quarz häufig die Eindrücke des Feldspaths annehme, Bischof ganz besonders dagegen haben soll die Annahme einer feuerflüssigen Bildung des Granits aufzugeben; so habe ich zuerst nur zu bemerken, daß der Vergleich der Schmelzbarkeit des Quarzes und des Feldspaths mit der des Gußeisens und des Bleies eine große Uebertreibung ist. Denn wenn der Feldspath auch vor dem Löthrohr schmelzbar und der Quarz unschmelzbar ist, so ist der Feldspath doch nur äußerst schwer, und bloß in dünnen Splittern an den Rändern schmelzbar: und selbst im Feuer des Porzellan-Ofens nicht zu einem klaren, sondern nur zu einem ganz blasigen Glase schmelzbar; und dann ist es wohl nöthig zu untersuchen, ob denn der Quarz in dem Granite auch die Eindrücke des Feldspaths annehme? Dies ist aber keineswegs immer der Fall; im Gegentheil sind die Granite mancher Gegenden dadurch ausgezeichnet, daß der Quarz vorzugsweise in dem Feldspath krystall-

dem Gneiß hervorbricht, sieht man wohl auch den Granit flasrig werden und scheinbar in Gneiß übergehen. Da plutonische Gebirgsarten, (Granite, Syenite und Quarzporphyre) von ganz gleichen Bestandtheilen ein sehr verschiednes relatives Alter haben, so veranlaßt das Hervortreten (Ausbrechen) endogener Gebilde eine große Complication in dem Versuch einer Anreihung nach Altersfolge der der versteinerungsvollen Flözschichten ähnlich. Auffallend ist es, daß die älteren und neueren endogenen (plutonischen und nichtvulkanischen) Gebirgsarten dieselben Mineralien als die vulkanischen einschließen. Die Granitgruppe z. B. enthält Feldspath, Oligoklas, Glimmer und Hornblende: wie so viele Trachyt-Formationen; die Grünstein-Gruppe Labrador und Augit: denn der Hypersthen ist ja doch nur eine Abänderung des Augits. Die Oligoklase der älteren Gesteine sind gefärbt und nur an den Kanten durchscheinend: während die neueren ungefärbt, glasig und kalkhaltiger als der Oligoklas des Granits sind: weshalb (setzt Gustav Rose sehr richtig hinzu) nur eine geognostische Eintheilung der Gebirgsarten, nicht eine chemische, wohl begründet ist. Albit ist in keiner Gebirgsart als Gemengtheil enthalten; wo man ihn also aufführt, hat man ihn mit Oligoklas verwechselt.*)

Granit

und eine Abänderung desselben, als Granitit aufgeführt.

Die meisten Granit-Ablagerungen, sagt Carl Friedrich Naumann in seinem classischen Lehrbuch der Geognosie†), sind offenbar von neuerer Entstehung als die silurische und die devonische Formation. Einige wenige derselben finden sich in Cornwall und auf der Insel Arran, ja am Harze: wo Murchison den Granit Kalkstein-Fragmente mit organischen Ueberresten hat einschließen sehen.

Granit hat Rose vom Granitit abgesondert. Es besteht der Granit aus Feldspath, gewöhnlich schwarzem oder gelblich-weißem, graulich weißem Quarze, schwärzlichbraunem Glimmer und weißem Kali-Glimmer; und, dem Feldspath an Größe nachstehenden Oligoklas-Krystallen. Im Granitit fehlt der weiße Kali-Glimmer, und der Feldspath ist gewöhnlich von rother Farbe. Unwesentliche Gemengtheile des Granits sind Granat, Zirkon, Cordierit, Nephelin, Bucklandit, Titanit, Eisen- und Molybdän-Glanz. Hornblende ist, wenn gleich unwesentlich, doch häufiger im Granitit als Granit. Der Granitit, leichter in ein porphyrartiges Gebirge übergehend, bildet die Hauptmasse des Riesen- und Iser-Gebirges von Kupferberg bis Reichenberg. Wo er an den Granit grenzt,

---

sirt ist: wie z. B. der Granit des Brockens und des ganzen Harzes, der Granit des Prudelberges bei Warmbrunn, der Granitberge bei Liebwerda u. s. w. Es kommt also das eine wie das andre vor; und wenn man die Bruchfläche eines derben Granites untersucht, so sieht man sogar, daß es die Regel ist, daß der Quarz nicht die Eindrücke des Feldspaths annimmt. — Wenn man die Annahme der Entstehung des Granits aus einer geschmolzenen Masse verwirft, so weiß ich nicht, was man dafür an die Stelle setzen will; denn ich kenne kein Gemenge so verschiedener Substanzen wie der Granit, von dem es entschieden wäre, daß es auf nassem Wege gebildet sei: dagegen man ähnliche Bildungen auf trocknem Wege sehr gut kennt. Die Laven, welche in Strömen in geschichtlicher Zeit geflossen sind, stellen oft ganz ähnliche Gemenge dar wie der Granit; und wenn sie auch aus andren Gemengtheilen bestehen und sich in der Größe des Kerns oft sehr von dem Granite unterscheiden, so sind dies Unterschiede, welche die Form und Natur der Gemengtheile betreffen: die Art des Gemenges ist bei beiden dieselbe. Schleift man eine dünne Platte von der Vesuv-Lava von 1631, welche die Ströme von Granatello und della Scala bildet, so erscheint sie unter dem Microscop als ein Gemenge von größeren und kleineren, aber von lauter Krystallen. Darunter sind auch einige, die, wie der Leucit, für sich allein ganz unschmelzbar sind; und in den größern Leuciten der Somma kommen auch: nicht häufig, doch bestimmt, Krystalle von dem viel leichter schmelzbaren Augit eingeschlossen vor, die ganz deutlich krystallisirt sind. Dies sind lauter Analogien, welche für die Entstehung des Granits aus einer geschmolzenen Masse sprechen. Die Masse des Granits ist im ganzen leichter schmelzbar als der Quarz und schwerer schmelzbar als der Feldspath und Glimmer. Bei der Erstarrung tritt die Sonderung der Gemengtheile ein, vielleicht von einer Seite zur anderen fortschreitend: und da kann auch wohl eben so gut der Quarz die Eindrücke des Feldspaths annehmen wie umgekehrt. — So, denke ich mir, lassen sich die Widersprüche erklären, welche man in der Annahme einer feuerflüssigen Bildung des Granits zu finden geglaubt hat."

*) Poggendorff's Annalen Bd. LXVI. S. 109. — Ueber Granite am Harz, die jünger sind als Grauwacke und alle Pyroxen-Gesteine (Diabase, Euphotide und Thonschiefer, s. Hausmann in den Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde Bd. VI. S. 292.

†) Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. II. S. 188, 273 und 276; Murchison in den Transact. of the Geological Soc. 2d Series Vol. VI. 1842 und in seiner Siluria ed. 1859 p. 115.

iſt er ſcharf von ihm geſchieden und nie in ihn übergehend. Der Granit mit beiden Glimmer-Arten iſt im Rieſengebirge ſehr untergeordnet: nur an der Südweſt-Seite des Granitits vom Schwarzbrunner Berge im Oſten von Gablonz bis nach Reichenberg; auch im Harz den Brocken bildend, während am Ramberg und Ziegenrücken Granit mit Kali-Glimmer anſteht. Am Lago Maggiore in der Lombardei bricht die ſchöne Abänderung des Granitits mit fleiſchrothem Feldſpath, ſchneeweißem Oligoklas und ſchwärzlich grünem Glimmer.*) Der Granitit von Conquet, den ich im Meerbecken von Breſt geſehen, iſt der ſchönen Abänderung von Warmbrunn in Schleſien ſehr ähnlich.

Wir haben hier geſchildert den eigentlichen Granit. Das merkwürdige Granitit-Geſtein, welches mauerartig den maleriſchen Kolywan'ſchen See umgiebt, iſt auch durch ſeine röthlich-weißen, 1—2½ Zoll großen Feldſpath-Kryſtalle, wie durch lauchgrünen und ſchwarzen Glimmer charakteriſirt, mit etwas Hornblende und Titan-Kryſtallen.†) Es wird nördlich gegen Barnaul hin durch Hornſtein-Porphyr, in Süden gegen Schlangenberg zu durch Porphyr-Conglomerat begrenzt. Der Granitit iſt dort mauerartig in faſt horizontalen Bänken von wenigen Zollen bis 3 Fuß Mächtigkeit abgetheilt. Dieſe unverkennliche Abtheilung eines gar nicht gneißartigen Granitits rief mir die Beobachtungen zurück, welche ich faſt 30 Jahre früher in Südamerika in den Küſtenſchichten von Venezuela (Caracas) über geſchichteten Granit gemacht. Da auch andere merkwürdige phyſikaliſche Erſcheinungen, wie die heißen Granit Quellen, damit zuſammenhangen, ſo will ich hier folgendes meinem Tagebuche ‡) entlehnen:

„Um aus den reizenden Valles de Aragua von den Ufern des Sees Tacarigua (Laguna de Nueva Valencia) an die Seeküſten des antilliſchen Meeres, zu den aguas calientes de las Trincheras zu gelangen: ſteigt man gegen den Hafen von Portocabello ununterbrochen herab. Der ſenkrechte Niveau-Unterſchied, barometriſch gemeſſen, beträgt aber nur 221 Toiſen. Der Bach de la Trinchera hat ſeine Benennung von den Spuren der alten Befeſtigungen, welche die franzöſiſchen Flibuſtiers 1677 anführten, als ſie die Stadt Nueva Valencia plünderten. Der Bach iſt in der Zeit der größten Trockniß noch 2 Fuß tief und 18 Fuß breit. Die Temperatur des Waſſers war 90°,3 des hunderttheiligen Thermometers; nach Bouſſingault aber (Kosmos 1. Buch S. 114) im Jahr 1823 97°: und hier iſt die höhere Temperatur die ſichere Beſtimmung. Nach den Quellen von Urijino in Japan (von 80° Réaumur) iſt dieſe Granit-Quelle de las Trincheras de Portocabello wohl die heißeſte. Die Waſſer ſind ſtark (?) mit geſchwefeltem Waſſerſtoffgas gemiſcht: und entſpringen auf einem Hügel, der ſich etwa 150 Fuß über den Boden der Schlucht erhebt. Sie laufen gegen Nordweſt. Man muß vermuthen, daß ſie früher mit Kalkſtein in Berührung waren: denn wo ſie verdampfen, hinterlaſſen ſie kalkartige (?) Incruſtationen. Vielleicht ſind ſie mit den körnigen Kalkſtein-Lagern (?) in Contact geweſen, die den Glimmerſchiefern ſo eigenthümlich ſind. Wir waren erſtaunt über die Anmuth und den Luxus einer Vegetation von Arum, Ficus- und Cluſia-Arten, deren Wurzeln von Waſſer zu 85° bis 79° Temperatur benetzt wurden, während daß dieſelben Species kaum 40 Fuß entfernt in einem feuchten Boden zu kaum 18° Temperatur vegetirten. Ganz nahe bei dieſen 90° heißen Quellen entſpringen andere, ganz kalte. Die Eingebornen, welche dieſe Quellen als Heilmittel benutzen, conſtruiren ſich mit rankenden Lianen eine Art Gitterwerk, auf das ſie ſich nackt einige Fuß über der Oberfläche des Waſſers lagern. Die Aguas calientes, mehrmals geſtauet, bilden nahe an den Küſten bei ihrem Ausfluß ein von Cecropien und der niedrigen Cocos aculeata Jaq. umgebenes, crocodilreiches Baſſin. Der Granit der Trincheras ſtreicht N 52° Oſt, und fällt mit 30° bis 40° gegen Nordweſt. Er hat zoll-

*) G. Roſe in der Zeitſchrift der Deutſchen geolog. Geſellſchaft Bd. I. 1849 S. 352—374 (Vorträge vom 4. Juli und 1. Auguſt).

†) G. Roſe, Reiſe nach dem Ural, dem Altai und kaſpiſchen Meere Bd. I. S. 524.

‡) Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent éd. in 4° (nach der ich immer citire) T. II. p. 98—100.

lange Kryſtalle von röthlichem Feldſpath und ſchwarzem Glimmer. Er iſt in parallele Bänke von 2—3 Fuß Dicke getheilt und von großkörnigem Gefüge; am ſichtbarſten bei der Venta de Cambury, auch Casa de Islenga genannt. In der Nähe ſtand ein ſchöner blühender Stamm von Parkinsonia aculeata, wahrſcheinlich Reſt einer alten indiſchen Pflanzung (Conuco); denn Plumaria und Parkinsonia haben wir nie in dieſem Theile von Südamerika in wildem Zuſtande geſehn. Bald darauf gelangten wir in die Küſten-Vegetation von Avicennia und Rhizophora Mangle. Beim Herboriſiren fanden wir an einem blüthenreichen Orte den Leichnam eines nur 9 Fuß langen Crocodils. Der ſcheußliche Moſchus-Geruch, welchen der Leichnam verbreitete, hinderte uns, den Rachen und die Zähne genau zu unterſuchen. Nahe am Littoral erſchien der, in Schichten getheilte, körnige Granitit am Fluß-Ufer noch einmal."

Wenn Bouſſingault's Thermometer-Beobachtung 1823 faſt 7° höhere Temperatur gab als die meinige von 1800, ſo iſt die Urſach davon bloß in dem localen, zufälligen Zuſtrömen von kälterem Waſſer zu ſuchen. Eine mexicaniſche heiße Quelle nördlich von Guanaxuato: bei Chichimequillo, wo ſäulenförmiger Porphyr auf Syenit aufgeſetzt iſt, im Baſalt-Conglomerat ausbrechend: die aguas calientes de Comangillas, habe ich zu 96°,3 gefunden: alſo bis auf 0°,7 Cent. der Angabe von Bouſſingault für las Trincheras gleich.*)

Die lange, faſt wunderſame Erfahrung, welche man in Europa von der Unveränderlichkeit der Temperatur und der chemiſchen Zuſammenſetzung der Thermalquellen hat, und neue ſehr befriedigende Erläuterungen †), die ich meinem berühmten Freunde über die localen Verhältniſſe der aguas calientes de las Trincheras verdanke, machen es mir jetzt ſehr wahrſcheinlich: daß in 23 Jahren, von 1800 bis 1823, nicht durch Vorgänge im Tiefſten der Erde die Waſſer ſich um 7° Cent. mehr erhitzt haben, ſondern daß die Temperatur von 90°,3 Cent., die ich angab, ſtatt der 97°, welche Bouſſingault ſpäter fand, durch einen Zufluß kälteren Waſſers veranlaßt wurde, aus ſehr oberflächlichen Nebenklüften, welche in der den Erderſchütterungen ſo oft ausgeſetzten Gegend ſich öffnen und ſchließen. Die Eingeborenen haben mich ſelbſt darauf aufmerkſam gemacht, daß ſie ſich ihre Bäder durch Zuführung kalter Quellwaſſer aus der Nähe in Temperatur nach Willkühr vermindern können. Auch erſehe ich aus dem neueſten Briefe von Bouſſingault, daß, da 1823 die Temperatur des erſten Beckens um volle 4°,8 Cent. niedriger war: die des zweiten Beckens doch 2°,9 höher als die Temperatur war, welche ich irrig für die der ganzen Quelle ausgab.

Als wir uns auf unſrer ſibiriſchen Expedition von Tobolſk und Kainſk nach dem Altai begaben, gelangten wir an den Kolywan'ſchen See. Von dieſem, mit horizontalen Granitmauern umgebenen See bis zur chineſiſchen Dzungarei, ja bis zum Dſaiſang-See gegen Südoſt, in 150 geographiſchen Meilen Entfernung, erſtreckt ſich die Granit-Bedeckung mit der Geſtaltung eines Eruptiv-Charakters, wie ich dieſelbe nur in dieſem Theile von Cen-

*) Essai politique sur la Nouvelle-Espagne T. III. p. 190.

†) "Je vous donne," ſchreibt Bouſſingault, "la copie de mon Journal de Caracas: Excursion à *las Aguas calientes del Valle de Onoto*, formé par deux chaînes de montagnes perpendiculaires à la Cordillère du littoral. Les *aguas calientes* tombent dans *las quebradas* des Corasos. Dans un ravin sortent les eaux chaudes de la roche du gneiss, ayant 44°,5 Cent. de température, l'air étant de 25° Réaumur. Des bulles de gaz azote sortent du fond du bassin. Le 3. février: Nous arrivons à *l'hacienda de S. Buenaventura*, où sont *los banos de Mariara*; température dans le premier bassin 44° Cent. — 4. février: Nous visitons le bassin, où l'eau est la plus chaude; elle se mêle immédiatement à un ruisseau d'eau froide, pour former les *aguas tibias*, qui ont encore 56° Cent. dans quelques endroits et une odeur légèrement sulfureuse, pendant que l'on observa l'eau la plus chaude, hors le courant d'eau tiède, de 64° Cent. — 1. mars 1823: Nous arrivons à *las Trincheras*. Les eaux sourdent, de bas en haut, du granite (granite-gneiss). En sortant du bassin, elles forment un ruisseau de 2 pieds de large et de quelques pouces de profondeur. Plus loin ces eaux, en se mêlant à des eaux froides, forment le *rio de las aguas calientes*. Il y a à *las Trincheras* deux petits bassins, placés à peu de distance l'un de l'autre. La température de l'eau du bassin le plus élevé était de 198 degrés de Fahrenheit. Dans l'eau de l'autre bassin le thermomètre s'est maintenu entre 206 et 207 degrés Fahr. Ces eaux ont une très légère odeur d'hydrogène sulfureux: mais, refroidies, elles n'ont aucune odeur, aucune saveur. La température de l'air était de 85°,5 Fahr. J'ai donc trouvé l'eau du premier bassin de 92°,2 Cent. et l'eau du second bassin de 97°,0 Cent." — Lettre de Mr. Boussingault à Mr. de Humboldt, en date de Paris 3. Mars 1859.

tral-Asien gesehen haben. Es erheben sich weit über die Platow'sche Steppen-Ebene hinaus in Osten, oft gereiht und also wohl auf Erdspalten ausgebrochen, theils kleine conische Hügel von mehreren hundert Fußen, besonders gegen die Senaja Sopka hin; theils zerstreute, sehr kleine, vielgestaltete Felsmassen, kaum 10—12 Fuß hoch (Rose, Ural-Reise 1. B. S. 524): in Form von Altären, burgartigen Ruinen und aufgerichteten Geschieben. Solche niedrige Felsgruppen, zwischen denen Massengruppen stehen, bilden die Landschaft auf vielen chinesischen Tapeten von sehr geringem Werthe. Die Felsen sind oft nicht zweimal höher als die Musik machenden und Thee trinkenden Menschengruppen, die Rinder kleiner als die Felsen. Die Maler, welche die Zeichnungen zu solchen Tapeten anfertigten, mögen durch den Anblick ähnlicher Felsgegenden inspirirt worden sein. Bisweilen erscheinen die Ebenen wie ein vulkanisches Trümmerland, in dem die Lavaschichten aufgerichtet waren; alles, was wir untersuchen konnten, war anstehender Fels, mit unterem Gestein zusammenhangend. Der merkwürdigste Granit-Kegelberg, den ich je gesehen habe und der mir einen tiefen Eindruck gelassen hat (meine Zeichnung ist für Rose's Reise 1. B. S. 584 gestochen worden), endigt auf zwei Seiten mit zwei flachen, aber senkrecht an den Enden abgeschnittenen Verlängerungen, als wären es Seiten-Ergießungen. Dieser Kegelberg: gewöhnlich Mochnataja Sopka, kirgisisch Biritau genannt, etwa 1400 Fuß hoch über der Steppe; liegt in Norden von Buchtarminsk. Ich habe ihn erstiegen und im oberen Theil in der Länge ausgedehnt gefunden von SW nach NO. Der Biritau ist, wie alle andere Granitkuppen dieser Gegend, in horizontale Bänke abgesondert; eben so die Granitwände des Festungsgrabens in Buchtarminsk: aus denen Gänge in den Thonschiefer auslaufen, welche das Queergestein glimmerreich machen, als Contact-Einwirkung. Als wir von dem chinesischen Wachtposten Baty (mantschurisch Chonimailachu) zurückkehrten, schifften wir uns in Buchtarminsk ein auf gekuppelten und darum schwer landenden Booten. Auf der Schifffahrt zwischen Buchtarminsk und Ust-Kamenogorsk ist das Flußbette des großen Irtysch-Stroms so tief eingeschnitten, daß in dem deutlichsten Profile am rechten Ufer die Auflagerung der Granitbänke auf dem Thonschiefer sichtbar wird. Ich habe zwei meiner Zeichnungen dieser Profile stechen lassen (Rose, Ural und Altai S. 611—613). Renovantz und Hermann haben dieselbe geologische Erscheinung vor uns gesehen; *) der Letztere aber scheint, wahrscheinlich aus Ehrerbietung vor der Ursprünglichkeit des Granits, fast an dem zu zweifeln, was er gesehen. Stundenlang ist bei der Flußschifffahrt die Ueberlagerung des in Bänke abgetheilten Granits über den fast senkrecht einschießenden Thonschiefer deutlich sichtbar. Mein Reisebegleiter Gustav Rose sagt sehr wahr in seinem Tagebuche: †) „Der Thonschiefer hat unter dem fast horizontalen Granite eine wenige Oberfläche; erhebt sich bisweilen wohl 50 Fuß über den Wasserspiegel des Irtysch, bald senkt er sich bis auf einige Fuß zum Wasser herab: und die ganze Auflagerung würde bei einem etwas höheren Stande des Wasserspiegels gar nicht zu sehen sein. Alle diese wichtigen geologischen Erscheinungen sind nur sichtbar in dem rechten Irtysch-Ufer; das linke Ufer, gleich steil und hoch, bestand nur aus Thonschiefer, ohne weder Ueberlagerungen noch Granitgänge im Thonschiefer zu zeigen. Wäre der Fluß nicht da, um das Bette einzuschneiden an der Grenze der beiden Gebirgsarten, so wäre hier das ganze Phänomen unbekannt geblieben." Nach der Mitte des Weges von Buchtarminsk nach Ust-Kamenogorsk hören die Granitfelsen und Kuppen ganz auf, sichtbar zu werden. Der Thonschiefer: welcher nach Gebler's gründlichen Untersuchungen in Chlorit und Talkschiefer umgewandelt wird zwischen den Flüssen Aigert, Topolowka und Akem; nimmt sowohl in Norden als in Süden der ätna-hohen Gipfel von Katunia und Belucha eine Area von 160 geographischen Quadratmeilen, also einen 2½ mal größeren Flächenraum als das ganze Harzgebirge, ein. ‡

*) Hermann in seinen mineralogischen Reisen in Sibirien Th. III. S. 13 und 108; G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 612.

†) Gustav Rose a. a. O. S. 611—613.

‡) Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 289.

Zu derſelben metamorphoſirten Formation von kryſtalliſchen Schiefern gehören die Schneealpen des Kholſum, von denen man an einem Punkte des ſchönen Thals der Bereſowka 17 ſchneebedeckte Hörner auf einmal erblickt. Auch die große Seltenheit des Gneißes neben dem ſo häufigen Granit des Kolywaner Sees und in der chineſiſchen Dzungarei: wo man an dem rechten Ufer des Narym, von einer Unzahl kleiner Granitkegel begleitet, ſchmale lavaartige Granitmauern in die Ebene hervortreten ſieht*); iſt ein auffallendes geognoſtiſches Phänomen. Die Granitmauern ſetzen allein fort und nehmen an Höhe ab; ja wo wir ſie unterſuchen konnten in abgerundeten Formen, fanden wir ſie in einen feinkörnigen Diorit übergehend: ganz dem Diorit ähnlich, welchen wir am oberen Irtyſch zwiſchen Sewernoi und Tekliſtowſk wahrgenommen hatten. Schon vor Uſt-Kamenogorſk hörten alle anſtehenden Felſen an den flachen Irtyſch-Ufern auf.

Die geſchilderten Verhältniſſe und ihre Analogie mit den Harz-Verhältniſſen, welche auf den Zuſammenhang deboniſcher Schiefer mit dem Brocken-Granit führen, erinnern faſt unwillkührlich an die problematiſche Natur des Thonſchiefers im öſtlichen Theile des Altai.

Wenn man berechtigt wäre, auch ohne ſchon erlangte Kenntniß der eingeſchloßnen Organismen, jeden Uebergangs-Thonſchiefer, der in Grauwacke, Talk und Chlorit-Schiefer übergeht, ſiluriſch zu nennen; ſo würde ich nach Analogie des Harzes den Thonſchiefer des öſtlichen Altai's für devoniſch halten, mannigfaltig von Granit- und Quarzporphyr-Gängen durchſetzt; und die Einwirkung des Contacts hat hier durch gefärbte Streifung zur Steinſchleiferei Anlaß gegeben: welche herrlichen Granit und weiße Marmortafeln verarbeitet, den geſtreiften, jaſpisartigen Augit-Porphyr von Tſcharyſch, den grünen Porphyr der Newennaja Sopka, den Aventurin von Bjelorezkaja, den rothen und variolithiſchen Porphyr vom Korgen: dem antiken rothen Porphyr und dem Elfdaler Porphyr vergleichbar und die Palläſte in Petersburg ſchmückend.

— — — — — — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — — — — — —

*) In dem Tagebuch von G. Roſe heißt es: „Wir ſetzten auf der Excurſion nach dem chineſiſchen Poſten Baty über den Narym, einen in den Irtyſch fallenden Fluß, welcher hier die Grenze zwiſchen dem chineſiſchen Reiche (der Provinz Ili) und dem ruſſiſchen Sibirien bildet. Weiter aufwärts bildet die obere Buchtarma die Grenze, welche faſt in der Verlängerung des Narym liegt. Eine hohe nackte Felſenkette, die den Namen der Narym'ſchen Berge führt, zog ſich bisher auf der rechten Seite des oberen (dzungariſchen) Irtyſch entlang. Hinter dem Narym-Strome rückten ſie uns aber bei unſerm zweiten Pferdewechſel ſehr nahe. Der Granit iſt hier wieder, wie am Kolywan'ſchen See, in horizontale Lagen abgeſondert und hat dieſelben wunderſamen Formen als dort. Das Geſtein bildet ſchmale Mauern in demſelben Streichen SW—NO wie an dem domförmigen Biritau. Wo dieſe Granitmauern eine bedeutende Lücke ließen, gleichſam ein Thor, ſahen wir im Hintergrunde alles mit kleinen Pics angefüllt; man glaubte einen mächtigen Lavaſtrom auf ſich zufließen zu ſehen." (G. Roſe's Tagebuch der Reiſe nach dem Ural, dem Altai und kaſpiſchen Meere Bd. I. S. 599.) Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 300—301: "D'autres formes se présentent entre Narym et le poste chinois de Baty. Ce sont ou des cloches et des hémisphères aplatis, ou des cônes accumulés au milieu de la plaine du Haut-Irtyche, cônes terminés le plus souvent par des épanchements latéraux en forme de murs très-bas et très-allongés. On dirait d'une coulée, effet de la fluidité de la matière sortie d'une crevasse. La montagne du Biri-tau ressemble à la pyramide de Cajus Cestius. Je l'ai dessinée du côté du midi. Les coulées en forme de queues qui, des deux côtés, sont adossées à la base du cône, se dirigent hor. 4,3. Ici comme dans la steppe près de Sauchkina, on croit voir non des buttes granitiques, mais des cônes de basalte ou de trachyte."

— — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — —
— — — — — — — — — — — — — —

(Der Tod des großen Autors hat den Faden dieſes Werkes abgeſchnitten.)

Inhalts-Uebersicht

des vierten und fünften Buches des Kosmos.

Viertes Buch.

Einleitung zu den speciellen Ergebnissen der Beobachtung in dem Gebiete tellurischer Erscheinungen S. 637–642.

Erster Abschnitt S. 642–719.

Größe, Gestalt und Dichte der Erde S. 642–654.
Innere Wärme der Erde S. 654–661.
Magnetische Thätigkeit der Erde S. 661–719.
Historischer Theil S. 661–682.
Intensität S. 682–689.
Inclination S. 689–698.
Declination S. 698–714.
Polarlicht S. 714–719.

Zweiter Abschnitt S. 720–908.

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche:

Erdbeben, dynamische Wirkung, Erschütterungs-Wellen S. 722–731.
Thermalquellen S. 731–744.
Gasquellen: Salsen, Schlamm-Vulkane, Naphtha-Quellen S. 744–752.
Vulkane mit und ohne Gerüste (Kegel- und Glockenberge) S. 753–886.

Fünftes Buch.

Fortsetzung der speciellen Ergebnisse der Beobachtung in dem Gebiete tellurischer Erscheinungen S. 887–894.

Schluß des zweiten Abschnittes tellurischer Erscheinungen S. 895–907.

Dritter Abschnitt S. 908–923.

Reihung der Gebirgsarten, durch welche die vulkanische Thätigkeit zerstörend, bildend und umwandelnd gewirkt hat und noch zu wirken fortfährt, unterseisch und in der jetzigen Feste. Innere Gestaltung oder räumliche Individualisirung (Gewebe) und mineralogische Zusammensetzung. (Constante Association gewisser einfacher Mineral-Species.) — Altersfolge: aus der Auflagerung, dem Durchbruch, oder aus dem Inhalte versteinerter Organismen (Fossilien) aus dem Thier- und Pflanzenreiche geschlossen. — Formationen; periodisch alternirende Wiederkehr derselben Schichten. — Gnognostischer Horizont. — Vier Entstehungsformen der Gebirgsarten: a) endogenes oder Eruptions-Gestein, plutonisches und in engerem Sinne vulkanisches genannt; b) exogenes oder Sediment-Gestein; c) metamorphosirtes; d) Conglomerate und Trümmergestein.
Formations-Typen S. 918–919.
Granit S. 919–923.

Namens-Verzeichniß der Subscribenten.

onnecticut.

Bridgeport.

t, Wilh. (2 Ex.)

New Haven.

old, Richard
eper, F. M.
George
C. H.
William

Theodore
G.
pf, Henry
Jacob
n, Charles
Peter
d, Charles
John
Charles
orn, William
Eduard
Dr. Leopold
Adolphus
Herrmann
Meyer

ict Columbia.

Charles L.

Washington.

August
A.
Joseph
t, H.

Georgia.

Atlanta.

Wm.

Illinois.

Belleville.

ding, Mrs. E.
Paul
, Louis
uet, Hugo
er, Heinrich E.

Carlisle.

Gundlach, Georg

Chicago.

Baker, J. M.
Bauer, J.
Beck, Ad.
Becker, Lorenz
Becker, Rudolph
Beer, C.
Best, Charles
Bibling, T.
Bockermann, A.
Boehmer, F. W.
Boese, M. H.
Borcherdt, A. J.
Braun, H.
Claß, C. F.
Christoph, H. J.
Dahlmann, H.
Dewes, Jos.
Döring, Louis
Drach, H.
Ehrhardt, C.
Ehrhorn, Gustav
Farnan, J.
Fehl
Fehn, John
Firnkranz
Fleischmann, Joseph
Foltz, Fr.
Fricke, Chs. C.
Fricke, H. C.
Fricke, W. C.
Gabler, Gustav
Greenebaum, Henry
Groedel, B.
Grusendorf, H.
Gut, J.
Hartrath, M.
Hasper, C. J.
Heinemann, Wm.
Held, Fred. E.
Heylmann, Chas.
Hinrichs, G. H.
Hoffmann, Fred. J.
Hoffmann, H. H.
Horn, Peter
Hoyermann, H.
Hunke, E. W.
Jacobs, E. A.
Jaeger, F. & E.
Jauß, Adolf
Jung, John E.
Kasthen, A. P.
Kerth, G. J.
Kiehn, Meno
Knecht, Gustav
Knobelsdorf, Ernst J.
Koch, Ed.
Kratzer, Fr.
Kurz, Louis
Kussel, Christ.
Lange, Fried.
Laubenheimer, Broth.
Landu, Chas.
Lauckhardt, August P.
Lederle, Anton
Leiff, Jos.
Leonardy, John
Lindau, August A.
Lindemann, Hans
Lindner, Hillarius
Linsendarth, Frank
Loebnitz, Robert
Mahr, John
Mechelke, C.
Mehler, F. C.
Meinhold, Theodor
Merker, Richard
Meyer, Hugo
Meyer, Rud. A.
Mollinski, W.
Müller, August
Müller, Chas.
Müller, Herm.
Nelke, Louis
Niemann, C. H.
Oberfeldt, G.
Otto, Dr. J.
Pasdeloup, J.
Pertlage, Theodor
Pfabe, Henry
Pöbrick, Louis
Poblmann, Theodor
Rapp, J. Fr.
Reichenbach, M.
Retz, Frederick
Richter, Wilhelm
Roß, A.
Rühling, H.
Ruppeler, F.
Rusche, August
Rutishauser, Emil
Schaffner, Herm.
Schanzlin, Herm.
Schell, H. A.
Scherman, August,
Schintz, Theodor
Schlesinger, L.
Schlutthauer, H.
Schmidt, L.
Schmitt, Mathias
Schmitt, Philipp
Schnitzler, R.
Schöllkopf, Henry
Schotte, C.
Schultz, H.
Schumacher, Chas.
Schweitzer, E.
Sontag, Fritz
Staiger, C. M.
Stamm, A.
Stein, E. H.
Sternenberg, Hugo C.
Straßer, Robert
Streit, Peter
Struett, H.
Sundell, Chas. J.
Thalmann, Rich.
Tomboeken, Henry
Trautwetter, Ch.
Vergho, Chas., Consul
Voße, Wm.
Walser, John
Wanieck, C.
Weinmann, Gustav
Werner, Ernst
Wiesenbach, E.
Wilmanns, A. D.
Wolffenberg, Adolph

Woltersdorf, L.
Wreden, Louis
Zahn, Dr. John
Zeitz, Edw.
Zichn, Bernhard

Freeburg.

Kring, Charles

Freeport.

Balluf, Jg.
Becher, Jacob
Bernhard, C. F.
Bues, F.
Bunsen, Dr. Aug.
Espe, Louis
Freidag, Ph.
Germann, Carl
Hanke, Herrmann
Hettinger, M.
Heuchling, Dr. Th.
Hillebrand, C. H., M.D.
Josel, F. E.
Kraft, August
Kunz, Daniel
Lautenbach, Carl
Neese, Emil
Schmidt, Conrad
Schuenemann, Heinrich
Seitz, Jno.
Steffen, Carl
Tensel, Henry
Wagner, sen., Wm.
Wolf, Adolph

Galesburg.

Brechwald, Christoph
Selk, Charles

Havanna.

v. Bibra, S.
Brandt, Otto
Devermann, H. G.
Gruben, Hermann
Holzgrafe, G. H.
Jusen, Christ.
Bornholdt, H.

Henry.

Fürderer, Paul
Schäfer, Jg.

Lacon.

Helmig, Henry
Herrmann, A.
Scherff, Martin

Peking.

Baier, Henry
Birkenbusch, Louis
Bloek, Henry
Bode, Jul.
Grimme, J. A.
Heilmann, Adam
Kern, Henry.
Lautz, Henry
Lederer, Ignaz
Riese, Aug.
Schneider, Jac. J.
Wildhack, John

Peoria.

Bachmann, F. W.
Ballenberg, Jette
Blobel, Herm.
Boerries, F. H.
Brauns, Otto
Breier, Ch.
Bühler, Christian
Dettweiler, John
Dierewächter, M.
Dilzer, John
Eberle, C. Fr.
Eberle, J. H.
Erler, M. E.
Eß, H.
Eynotter, F.
Feinse, C.
Freese, Aug.
Funke, Otto
Gaus, Fr.
Geilhausen, Wm.
Gloeckel, George
Godel, Eberh. G.
Goldbeck, G.
Hann, D.
Hedrich, H.
Herrmann, Carl
Heuermann, C.
Holzschuh, Jac.
Huber, J. Geo.
Huber, Jos.
Kellerstraß, Rob.
Kiefer, H. M.
Klingel, Fritz
Kneer, Wendl.
Köster, Harm. Henry
Kraemer, August
Lunkenheimer, Fr.
Naegele, Carl
Niehaus, Chas.
Petersen, H. N.
Qualmann, Abas.
Reichardt, Geo.
Roemer, Wm.
Rollmann, E.
Ruß, Jos.
Scherer, G. A.
Schill, Geo.
Schimpf, Rud.
Schmer, Fr.
Schneider, J. O.
Schwab, John
de Secor, Tho.
Seibold, Aug.
van Steel, Wm.
Strehlow, Max
Triebel, Otto
Tendering, Herm.
Ullrich, Nic.
Vonachen, J. J.
Wetzlau, Julius
Weinmar, John M.

Springbay.

Eichhorn, Peter
Merboth, Ferd.
Reising, Adam

Indiana.

Evansville.

Beyreiß, Louis
Brentano, Aug.
Bruckner, Hermann
Bunge, Henry
Cahn, Morris
Friedrich, L.
Grönwoldt, Ernst F.
Haas, Jacob
Heilman, Wm.
Heiman, David
Jacobi, Otto F.
Junker, Herman
Klingelhöffer, Chas.
Lippman, L.
Löwenstein, S. J.
Pfafflin, Otto F.
Rasch, John
Reichert, Chs. Conrad
Royce, Samuel
Rubl, Charles
Runck, C. L. Chr.
Schlesinger, Jacob
Tombemelt, C.
Ullman, Morris
Webler, Edward
Wesseler, C. H.

Indianopolis.

Aab, George
Dingeldey, Th.
Huebner, Heinrich
Kuhn, Aug. M.
Metzner, A.
Scheller, Dr. Max
Schmidt, Robert
Wagner, Theod. A.

Jeffersonville

Drabnick, Charles F.
Kropp, Charles C.

New Albany.

Knösel, August

South Bend.

Bernhart, Geo.

Tell City.

Schmertz, Jacob

Kansas.

Hanover.

Jaedicke, August

Leavenworth City.

Abeles, Simon
Angerstein, F.
Baum, Joh.
Bayer, Charles
Benedickt, Max
Bergemann, Wm.
Bittmann, J. M.
Bloom, Isaac
Bloß, Valentin
Bräcklein, O.
Brenner, Emil
Brüggen, Henry
Deckelman, Henry
Deckelman, Joh.
Diebel, William
Egersdorf, Theodor
Epsen, Hermann
Espenscheidt, Peter
Flesher, B.
Friedlander, Max
Gates, A.
Genuit, Lucas
Gevele, August
Goldschmith, Jos.
Gramm, Simon
Grede, Jacob
Grund, Jos. L.
Haas, H. C.
Häberlein, Johs L.
Heintz, Henry
Hingle, Jos.
Huhn, G. P.
Hulsecutter, F. B.
Jacobs, C. W.
Jansen, H.
Kaufman, Wm.
Kihm, R.
Kittlaus, Louis
Kopp, Jos.
Krezdorn, Henry
Krönert, Andreß
Leav. Männer Gesang
Verein, C. Mst.
Loewenthal, S.
Lueders, George
Mandl, Bruno
Maresch, F. G.
Mayer, Charles
Mayer P., M.
Mehl, H.
Meyer, Christian
Miller, Charles
Miller, Fred. A.
Mueller, Ernst
Noll, Friedr.
Pfeiffer, Fred.
Pickarts, J. M.
Planta, George J.
Praeder, Pet. Jos.
Przybylowitz, Michael
Rapp, Jos. F.
Reichert, Martin
Rodenhaus, Jacob
Rothschild, M.
Schinke, Charles A.
Schlag, Robert
Schmitt, Georg
Schmitt, Martin
Schrader, Charles
Schrader, Ludwig
Simon, Francis
Stahl, Gustav
Staiber, Christ.
Thomas, Jac.
Wald, Louis
Wehrle, Frank
Werndr.
Wollengier, Wm.
Wulfekuhler, H. Dr.
Zeitz, Lorenz
Zipp, Frank

Kentucky.

Litchfield.

Roßdeutscher, Theod.

Louisville.

Barth, G. F.
Baumberger, J. C.
Bayer, Chr.
Bender, Conrad

R.
aniel F.
ranz
h, Carl
atthias
eorg
eo. Ph.
ob
. H.
William
per, L.
Eduard
Louis
L.
nry
Henry
n C.
A.
d.
tz
A.
Joseph
hilip
lius
les
rmann
J. H.
M.
pel, W.
nton
ob
arles
m. G.
John
m.
tz, Chas. P.
Jacob
, Karl
ohn Th.
Jacob
m.
.
seph
er, Georg
helm
seph
Herman
Philip
enry
ulius
rmann
bert A.
wport.
aul
ashington.
ttfried.
nsboro.
cob
itz
ebastian
ryland.
ltimore.
A.
John D.

Cohn, M. G.
Desch, George
Engler, A.
Eßlinger, Edward
Fischer & Roßmäßler, (8 Ex.)
Haase, Ernst
Hallwig, Bruno
Hallwig, Oscar
Heldmann, J. A., M. D.
Hilken, H. G.
Holtzmann, Wm.
Homrighausen, John
Hunckel, Otto
Kiebler, Jacob
Kroner, George
Kunze, Friedrich A.
Lauer, Leon.
Lehmann, G. W.
Letzer, Joseph
Lübkert, Ernst
Meid, C.
Müller, Louis
Müller, William F.
Neuschäfer, Lorenz
Ohrmann, H.
Priesterjahn, Theodor
Rechner, Ch.
Reiser, Charles
Richter, Heinrich
Schlens, Fr.
Schleus, G. A.
Schmid, Georg
Seeger, Jacob
Spreehe, A.
Stamp, H. M. F. V.
Stesch, Julius
Stiefel, Edward
Thiemeyer, Wm.
Wagner, Chas. F.
Weiskittel, A.
v. d. Wetter, W.
Zimmermann, Georg

Frostburg.

During, M.

Massachusetts.

Boston.

Achilles, Edw.
Ackermann, Emil F.
Bang, C.
Benarc, Joseph
Bennighof, A.
Berger, L.
Blocklinger, Fr.
Bock, Rudolph C.
Britt, Louis
Brown, William
Bruns, Anton
Carl, Edward
Carl, William
Clement, A.
Cohen, Simon
Deichert, B.
Dietze, Fr.
Eberhard, W.
Fiedler, Emil
Fild, Peter

Flister, Herrmann
Fox, Franz
Franke, Robert
Frey, Fred.
Frey, G.
Gems, Robert
Haase, Gustav
Habich, Theodor
Hetzer, F. A.
Hittel, Adolph
Kimmel, John & Schmidtgruber, J.
Laspe, Henry
Meyer, Julius
Minet, Frank
Moses, Aaron H
Nickels, Carl G.
Perabo, Ernst
Power, Christian
Reichelt, O.
Reinhold, Gustav
Riecke, H.
Riever, W.
Rohde, Charles
Rudolphsen, J. F.
Ruß, Chr.
Samuel, N.
Schade, Paul
Schirmer, Charles
Schoninger, Joseph
Schormann, E.
Schrafft, William F.
Schweitzer, Fr.
Seßler, John
Sittich, Gustav
Stadelmann, Chas. N.
Teuthorn, Julius
Thum, Charles
Walther, William
Wittmann, Albert
Wittmann, Rudolph

North Cambridge.

Lemmé, Friedrich

Michigan.

Detroit.

Bachmann, Carl
Barie, Louis
Bartenbach, Geo. A.
Bernart, Wm.
Beyer, Michael
Blitz, Israel
Boehnlein, Georg
Boehnlein, M.
Breitenbuecher, Robert
Breitmaier, John
Budden, Fr.
Bürk, Eduard
Butzel, Magnus
Butzel, Martin
Delp, Philipp
Denk, George
Dietz, Wm.
Domstreich, T. L.
Endriß, Carl
Engel, Carl
Fechheimer, Hermann
Felters, Ed. Jos.

Flintermann, J.
Friedrich, Frank
Fulda, Friedrich
Funke, F.
Greening, Hermann
Gruenewald, Henry
Grueninger, Theodor
Hahn, Amandus
Hahn, Fred. L.
Haischer, Andrew
Ilian, Jacob
Ingold, George
Jünemann, August
Kaichen, Arnold
Kanter, Eduard
Kaufmann, Carl
Kittelsberger, Geo.
Knittweiß, Franz
Köster, Ludwig
Kramer, L.
Kreit, Ullrich
Kuhn, Herrmann
Kuhn, John
Lanelsberg, sen., A.
Latschon, Charles
Lederle, A.
Lewerenz, F. C.
Lichtenberg, A. B.
Luderer, Aug. Wm.
Lüdinghausen, Dr.
Malsch, M.
Marx, Geo. F.
Marxhausen, C.
Mathauer, Paul
Matzka, E.
Mayer, Chas. A.
Molitor, Edward
Mordhorst, John
Oettinger, Wm.
Plager, F. G.
Pohl, Friedrich
Reeber, Carl
Rothschild, Sigmund
Rudolph, Dr. med.
Runnefeld, Theodor
Scheer, Oscar
Schen, Albert
Schmidt, Traugott
Schmidtbauer, J.
Schnöring, Julius
Schober, F. A.
Schulz, Carl
Schutz, John C.
Senninger, Nicolaus
Sickler, B. E.
Socialer Turnverein
Spiegel, Ernst
Stange, Charles
Stoll, Julius
Straßburg, Hermann
Streblinger, Julian
Stroh, Bernhard
Veigel, Ferd.
Voekel, Joseph
Vogel, Edward H.
Vogt, Simon
Volk, Hermann
Walz, Fritz
Weihmann, Henry

Werner, Carl L.
Witzky, Wilhelm
Wolf, Henry
Würth, Alois

Postlanti.

Hirth, Georg

Minnesota.

New Ulm.

Kattmann, Dr. H.
New Ulm Turnverein
Wiedemann, Eduard

Sand Creek.

Mohr, Henry

St. Paul.

Albrecht, Charles
Albrecht, Christian
Bergmann, Edmund
Brown, Hermann
Burnand, Eugene
Gabrielsen, Dr. P.
Giesen, Joseph
Haub, Henry
Hoeniger, Louis
Lahr, J. B.
Laurence, J. J.
Leue & Erdmann
Lustie, Mrs. R.
Matheis, John
Mersch, Anton
Müllenmeister, Theod.
Roese, Frederick L.
Sander, Theodor
Sohns, Julius
Stahlmann, A.
Theobald, F.
Werner, Frank

Town Home.

Mandel, Julius Wm.
Peterson, Hans
Steinbach, Paul

Missouri.

Jackson.

Kiehne, W., M. D.

Plate County.

Hennes, F.

St. Louis.

Abboth, Thony
Aeckerle, Jacob
Apel, H.
Appel, H.
v. d. Au, Valentine
Bäppler, Gustav
Bargen, L. S.
Barth, Robert
Bauer, Jos. A.
Baur, A.
Bayer, F. E.
Beneke, August
Bergfeld, Alex.
Beyffon, Julius
Biebusch, W.
Bischoff, Ferd.
Blank, Dr. med.
Bodenberger, M. C.
Boettler, Louis
Boffinger, P. B.
Bohme, E. A.
Brameyer, August
Brecher, Frd.
Bremser, Wm.
Brill, W. M.
Broemschwig, Hermann
Brüggemann, W.
Brüstle, W.
Brugemann, August
Cappelle, F. L.
Casper, Georg
Colemann, R. E.
Davis, Joseph
Detmers, Julius
Dieckhoff, H.
Dieckmann, Otto
Diem, John
Dienst, Alex.
D'Oench, Guido
Dönckel, G. F. S.
Dünnemann, G.
Eagle, Theo.
Eberlein,
Eberlein, Selma
Eckert, Jacob
Eckmann, Chas. B.
Eitzen, H.
Endreß, Simon
Engelman, Geo. H.
Erdmann, Peter
Espenschied, L.
Faust, M.
Feldmeier, H.
Ferris, Joseph
Fiedeldey, John H.
Fischer, Adolph
Fischer, Chas.
Flügel, J. H.
Foerster, F.
Fuhlhage, H. E.
Gehner, August
Giesecke, Hermann
Goetty, G. Jacob
Gorges, Charles
Gottschalk, Chas. W.
Graupner, H. B.
Green, Jacob M.
Grenzebach, Conrad
Griebel, C.
Grupe, J. F.
Gruendler, B.
Günther, John
Haase, August C. L.
Haberstroh, Joseph
Hackmann, Jacob
Hammerstein, G.
v. Hammerstein, H.
Harder, P. H.
Hasselbruck, F.
Haltman, C.
Hayer, Albert
Heiner, Chas.
Heisler, Alois
Herthel, Adolphe
Hiemenz, H.
Hock, Louis
Hoffmann, B.
Höhle, Heinrich
Hofmann, E. G.
Homeyer, H. A.
Horn, John J.
Horndel, Joseph
Hospes, Richard
Hunicke, Hermann
Hustein, H.
Huttawa, Julius
Kahn, M.
Kalert, Wm.
Kamlat, E.
Katte, Rudolph
Kauffmann, Chs.
Kaut, Wm.
Kern, C.
Kerner, Paul
Kensch, Louis
Kill, K.
Kinzle, Frd.
Kirchner, Dr. med.
Kirner, Phil.
Klein, George
Klinkmüller, Artur F.
Klook, Ernst
Knickmeyer, Carl
Koblitz, H.
Konert, H.
Kopp, H.
Krausse, E. B.
Krieger, jr., J. P.
Kruse, C.
Kuhlemann, H.
Kumminschly, G.
Kunsemüller, Gustav
K., Frd.
Lammers, Chr. F. (60 Exempl.)
Langenbacher, Philipp
Lauff, Philipp
Lehman, Gustav
Leichnitz, Aug. F.
Lemcke, M. H.
Lepique, Henry
Lewis, Jacob
Loehner, August
Ludwig, H.
Lutz, F.
Mayer, George
Mayer, Moritz
Meyrose, F.
Meißner, F. B. (33 Ex.)
Mick, Henry
Miller, Frd.
Miller, George
Morgens, G.
Mohlmann, Chas. F.
Muehlhausen, W. Chas.
Mücke, H. J.
Müller, Frd.
Nacke, Anthony
Neukomm, Jacob
Neumann, Wm. B.
Niedringhaus, Charles
Nienstedt, H. C.
Neustädter, John A.
Oberbeck, C. H.
Obermark, Henry
Obermüller, H.
Ohm, Chs. B.
Oertel, Wm.
Orthwein, Wm. T.
Pabst, Wm.
Faust, M.
Petri, Dr. med.
Pfeiffer, Wm.
Pordeck, A.
Prokemann, Wm.
Ratz, Chas. G.
Reinhardt, August
Rethwilm, Chr. F.
Retter, Ch.
Reuter, Fr.
Reutlinger, Daniel
Richter, Jacob
Riecke, W.
Riepe, Heinrich
Ringeling, F.
Ritche, Ferd.
Ringstmeier, H.
Rode, Aug.
Rodel, E. G.
Rombauer, R. D.
Rottmann, J. H.
Rubelmann, John G.
Rucks, F.
Ruppert, John P.
Saß, Anton
Sauer, Julius
Sauer, J.
Schaefer, Jacob
Schaerf, Chas.
Schaermann, F.
Schickler, Wm.
Schirmer, William
Schlag, Burkard
Schloßstein, L.
Schmidt, H.
Schnacke, Fr.
Schnake, Clemens
Schneppe, Chas.
Schön, Leopold
Schnur, Rudolph
Schwendler, Gustav
Seibert, J. A.
Sessinghaus, Theod.
Seidlitz, C. G.
Sommer, Hermann
Sommerhäuser, Chs.
Spangenberg, Eugen
Spannagel, G. A.
Spoerl, M.
Staeffer, Frank F.
Steidemann, M. F.
Stein, F.
Steinbach, E.
Stiefel, Chs.
Streit, A. G. F.
Stremmel, Phil.
Sutter, John J.
Thalmann & Co., C. (10 Ex.)
Tamm, J.
Thau, Herm.
Thias, H. A.
Thomas, Heinrich
Toussaint, Frd.
Tranca, Francis

Bachmann, Moritz
Baier, Isaac
Bartels, George
Bajermann, G.
Becker, B. A.
Beer, Richard
Beer, Rudolph
Beepple, C.
Brandis, C.
Brehm, Henry
Brewillier, F.
Claus, Henry
Diefenbach, Charles
Dietz, Jacob
Eberle, John
Ebisch, Gustav
Everaars, F.
Faber, Julius
Franz, E.
Freund, Jacob
Fritz, K.
Fueß, Joseph
Fueßler, J. J.
Gabel, Jacob
Haas, Richard
Hard, Jacob
Hartleb, M.
Hausmann, Valentin
Heinz, John
Heß & Sohn, Theobald
Hoffmann, Eduard
Horn, Jacob
Jarecki, F.
Jarecki, Henry
Jarecki, Hermann T.
Jarecky, Carl
Karwiese, Gust. Adolph
Keßler, Christian
Knoll, J. C.
Konke, Albert
Kreuzpointner, Paul
Leonhard, E.
Liebell, Ph.
Mehl, Charles F
Mertens, August
Meyer, P. A.
Mick & Son, Wm.
Miller, C. W.
Parson, Charles W.
Rabe, Christian
Schmidt, Alfr.
Sevin, J. Th.
Steiner, Frank
Strauß, Morris
Urban, Ernst
Voelk, A.
Wagner, Anton
Weinheimer, John
Wünschel, Friedrich)
Ziegler, Jacob
Zürn, Georg

Fairview.

Hantschke, G. J. L.

Frankford.

Heinh, Carl
Polzer, Franz

Hanover.

Müller, Joſt

Hatfield.

Riethmayer, J. F.

Hockertown.

Pfeffer, Jacob Ferdin.

Le Boeuf.

Hoffmann, Fred.

Luthersburgh.

Weber, Peter S.

Manavunk.

Lingelbach, Henry

Meadville.

Berg, Heinrich

Muney.

Hoffmann, Paul

Philadelphia.

Ackermann, Louis
Ackermann, Wm. Rob.
Aicher, John C.
Albert.
Albrecht, Bernhard
Albrecht, H. F.
Auer, Gustav Adolph
Auer, Henry
Auerbacher, Louis
Autenrieth, J.
Backmann, C.
Baingo, A.
Ballier, John F.
Balz, Christian F.
Baltz, Peter
Banes, L.
de Barth, Maria
Bauer, Louis G.
Baumann, C. Marius
Becht, Peter
Beinhauer, Albert
Bell, John
Bellak, James
Berger, Carl I.
Berger, Carl II.
Berges, Henry
Berlinger, C.
Beschke, Wm.
Beyer, Gustav
Bezler, George
Binder, John
Blank, L.
Blase, Charles
Blase, Henry
Blum, Jacob
Blum, J.
Boecker, Conrad
Boleg, Louis
Borm, Charles
Bormann, Edward
Bourgnignon, Chas. L.
Brecht, Ferdinand
Bremer, Charles
Breuninger, Georg
Brinckmann, Charles
Brinton, Dr. Dan. G.
Brunow, John J. F.
Bürge, Herman
Burmeister, Dr. F.
Buscher, Harry
Camp, J. H.
Collins, D. M. M.
Collins, James, M. D.
Conday, Paul
Cramm, Julius
Dahlem, Moritz
Dant, Carl
de Dobbeler, Dr. O.
Demms, Dr. Theo. A.
de Poortere, M. L.
Dickel, J. G.
Dieterle, John,
(aus Ober Amt Böblingen. Württemberg)
Dormitzer, M.
Dorn, Henry
Ebble, J.
Ebinger, Wm.
Ehrenpfort, Charles F.
Eisele, Franz
Einhorn, Siegm.
Ellwanger, Jacob
Engel, Dr. H.
Engel, John
Englhofer, C.
Enzer, L. Georg
Etzel, William
Feil, Charles G.
(aus Lauffen a. N., Wtbg.)
Fell Carl
Ferg, H.
Feustmann, B. H.
Feustel, Friedrich
Fischer, Bernard
Fischer, Dr. Emil
Fischer, Fidel
Fischer, William
Fleischmann, F. A.
Flimm, Ernst
Flüßer, Georg
Franz, Henry
Frick, Anton
Friedländer, Robert
Fuchs, Carl
Fuchsschwanz, Gebhard
Funk, Francis
Gablenbeck, A.
Gallaschick, G.
Gastel, Emil
Gebauer, Henry
Gefroter, C.
Geiger, Andreas
Geiger, John K.
(aus Nördlingen, Baiern)
Geipel, Friedrich
Genghof, J. N.
Gerhard, A. S., Med. D.
Gerlach, Wilhelm
Gerne, Christ.
Gerstenäcker, Christoph
Gmelich, Philipp
Goebel, George
Goehting, John
(aus Hall, Würtemberg)
Goldbeck, H. L.
Goldbek, J. H.
Goldman, J.
Graefe, Charles
Graf, Jacob
Graß, John
Grassinger, M.
Greiner, C Fr.
Greiner, Emma
Groß, D. C.
Großholz, Hermann
Großmann, Philipp
Grube, Wm.
Gruel, Dr. Louis
Gruel, Dr. Th. H. C.
Günther, Friedrich
Günther, Heinrich
Gussen, G.
Haas, A. F.
Haegele, Charles
Hamann, Wilhelm
Hammer, John G.
Hartle, Henry
Hartendorf, George
Hauser, John
Hausmann, A.
Hausmann, C.
Heidelberger, Simon
Heider, Augustin
Heimburg, Julius
Heimer, August
Hein, Julius
Heinold, Conrad
Heinrichs, Karl August
Henke, Heinrich
Hemm, John
Herbert, Carl
Herbert, L.
Hermann Literatur Ver.
Herrlein, E.
Herrmann, Augustus
Hessen, John
(aus Süchteln, Preußen)
Heßler, Herrmann
Hicken, Folbert A.
Hitzner, Henry
Hoert, Ph.
Hoffmann, Ludwig
Homberger, Fried.
Horn, David
Hornung, Henry
Horstmann Wm J.
Hotz, Martin
Huber, Franz
Hundertpfund Ferdin.
Hunt, Dr.
Jaeckel, Hermann
Jaeger, Christian
Jaeger, Gottlieb
Jagode, Paul
Jander, A. F., jr.
Jann, Carl Ullrich
Ickler, Henry
Ickler, Jacob
Joebges, Eduard
Israel, Julius
Itzstein, Joseph
Jungmann, J.
Kaemmerer, Dr. Julius
Kaiser, Otto
Kaiser, Wilhelm
Kalck, Nicolaus
Kalck, Victor
Kaltenbach, K.
Kell. C. Theodor
Kellner, Dr. G.

Lang, Charles
Lang, Gerhard
Lauer, Martin
Lautz, Georg B.
Lautz, Wm.
Laux, John
Lehmann, N.
Link, F. L.
Linnemann, John F.
Loebrich, C. A.
Lorenz, Anton
Lorenz, John
Lucassen, F.
Mache, Adolph
Machwirth, Adolph
Mager, J.
Martin, Alex.
Maske, J.
Mauermann, Capt. Fr.
Merk, Jos.
Meyer, Theodor
Miller, Friedrich
Mühle, B. H.
Müller, Wm.
Nestmann, Julius
Nuß, Valentin
Omphalius, Georg
Omphalius, Hermann
Person, Charles
Peseler, E. W.
Petzholdt, A.
Pfeiffer, Georg F.
Pohle, A. D.
Rauert, Charles H.
Reimann, Jacob
Reining, John
Richert, Georg
Riebeling, A. H.
Riegelmann, Fr.
Rieser, Jos. A.
Rischmann, Eduard
Ritzert, Philipp
Rochevot, George
Rohr, Math.
Roth, Anton
Sauer, John
Sauerwein, Henry
Schenkelberger, Jacob
Scheu, Jacob
Scheu, S.
Scheur, Daniel
Schild, Daniel
Schlund, John B.
Schneider, Louis
Schoenfeld, Heinrich
Schramm, J.
Schroeder, Wm.
Schugens, C. Otto
Schuler, Gottl.
Schwarz, J. W.
Schweiger, Georg
Schwent, Charles
Schwinn, J. W.
Seeger, Jacob
Seidel, Wm.
Seltenreich, Louis
Siegel, Frd.
Siegfried, Gottfried
Sigrist, Rev. Jacob
Sonnick, Dr. F. S.
Staffel, Conrad
Staffeld, Bernhard
Steinike, Henry
Stellwagen, John
Stettenbenz, Anthony
Stierle, Adam
Stock, Christoph
Stockmar, Constantin
Straub, Henry
Streicher, John
Strobel, Caspar
Stroman, Charles
Tatsch, M.
Thorn, Charles
Tobie, Dr. E.
Ulbrich, Otto
v. Berson, Hermann
Vetter, Paul
Voetsch, M.
Volz, Rev. C.
Wacker, L.
Wagner, Adam
Weber, Georg L.
Weber, Hermann
Weidt, John
Weimar, Lehrer Louis
Weimert, Friedrich
Welker, John
Westermann, Georg
Wiedrich, M.
Wiegand, John M.
Willkomm, Carl
Windrath Carl
Winkler, John
Zeller, Frd.
Zesch, Frd.
Zimmermann, W. C.
Zimmers, Elisa
Zörn, Wm.
Zrenner, Joseph

Dutch Kills.

Behrens, Louis
Kutschera, F. J.

East New York, L. J.

Midas, Bernhard

Green Point, L. J.

Kropp, Friedr.

Lancaster, Erie Co.

Hibscher, Geo.

Lyons.

Engelhard, C.
Hattler, George W.

Melrose.

Arctander, Arthur
Arnold, Heinrich
Blum, Alcuin
Fritz, Charles
Knöppel, John
Schmidt, Friedrich
Schöpper, Helena

Morrisania.

Kretschmar, Dr. G. A.
Robertson, Julius

New York City.

Aaron, Mart.
Aberle, Emil
Adolphi, Carl
Alt, Ch.
Altendorf, W.
Altona, C. R.
Altschul, Th.
Amthor, C. J.
Appel, John
Arnholz, S.
Baab, Otto
Bacharach, H.
Bache, S.
Bache, S. J.
Bang, Frank
Bandmann, Ad.
Bank, E.
Bauer, Julius
Bauer, J. A.
Beck, Fr.
Becker, Bernhard
Beling, jr., G. A.
Bendit, S.
Bennecke L.
Berendsohn, Gebrd. (2 Exempl.)
Berendsohn, S.
Beringer, F.
Berndt, K.
Beyrich, Rich. M.
Bernhardt, Siegm.
Bertschmann, J.
Bieling, J. H.
Bittel, J.
Bleier, L.
Blöde, Dr. G.
Blumgart Louis
Bode, Friedr. M. D.
Boehme, J. D. M. D.
Boehner, Henry
Bolte, Fr.
Bocker, Walter E.
Böttticher, A.
Bracht, F.
Bolz.
Brehm, Louis
Bretehorst, John Dietr.
Breves, Otto
Brormann, Th. H.
Brückbauer, Fr.
Brüssel, James
Bruhns, Aug.
Brubacher, Dan.
Brünjes, Peter
Budell, Louis
Bultmann, John
Caesar, H.
Cahn, Dav.
Caleel, Dr. Ch. Ph.
Cohen, A.
Delius, Louis E.
Derheimer, L. P.
Diehl, Philipp
Diekmann, Chs.
Dryfoos, Jos.
Eberhardt, A.
Edelheim, Carl
Edelmann, Jos.
Eifert, J. F.
Eller, M. F.
Eschen, C. G.
Euring, Francis T.
Fach, Chas.
Faust, W.
Feindel, Henry
Feldmann, Daniel
Fendt, Chas.
Flemming, Henry
Flinte, F.
Fögel, Gottl.
Foehr, Ernst
Frahm, Henry
Frank, Chs.
Frankel, Louis
Freudenthal, J.
Friedländer, Fr.
Frey, F. F.
Fries, Charles
Fuchs, Eugene
Funk, W.
Galland, Sam.
Gartz, Herman
Giesemann, Arnold
Gehrmann, Ludw.
Goetting, W. H.
Glück, Ernst
Goebel, Ferd.
Goldstein, Philipp
Graul, Wm.
Gravelius, Georg
Grettmann, Alb.
Grebser, Dr. A.
Greifenstein, Phil.
Griebel, Max
Groß, J.
Guele, F. C.
Gunz, F. A.
Gunther, John J.
Guden, Wm.
Haagen, Aug.
Haar, H. M.
Hafi, E.
Hansen, Johannes
Happel, H.
Hartmann, A. P.
Hartmann, L.
Hartung, H.
Hasseldick, H.
Haubold, C.
Hauselt, J.
Havemann, Theod.
Hecker, Wm.
Heinrich, Ph.
Henning, A. J.
Hertlein, Christ.
Heß, Leopold
Heß, Morris
Herzberger, L.
Heydecker, C.
Heymann, Felix H.
Hoenack, Hugo
Hoermann, Arnold
Hofmeister, Jac.
Hoffmann, Louis C.
Hornboßel, C.
Hübner, Gustav
Hulsboff, Charles
Humboldt-Verein
Huntenburg, Chas.
Jacobs, Chr.

Bachmann, Moritz
Baer, Isaac
Bartels, George
Baiermann, G.
Becker, P. A.
Beer, Richard
Beer, Rudolph
Beepple, C.
Brandis, C.
Brehm, Henry
Brevillier, F.
Claus, Henry
Diefenbach, Charles
Diez, Jacob
Eberle, John
Ebisch, Gustav
Eoeraars, F.
Faber, Julius
Franz, E.
Freund, Jacob
Fritz, K.
Fueß, Joseph
Fueßler, J. J.
Gabel, Jacob
Haas, Richard
Hard, Jacob
Hartleb, M.
Hausmann, Valentin
Heinz, John
Heß & Sohn, Theobald
Hoffmann, Eduard
Horn, Jacob
Jarecki, F.
Jarecki, Henry
Jarecki, Hermann T.
Jarecky, Carl
Karwiese, Gust. Adolph
Keßler, Christian
Knoll, J. C.
Konke, Albert
Kreuzpointner, Paul
Leonhard, E.
Liebell, Ph.
Mehl, Charles F
Mertens, August
Meyer, P. A.
Mick & Son, Wm.
Miller, C. W.
Parson, Charles W.
Rabe, Christian
Schmidt, Alfr.
Sevin, J. Th.
Steiner, Frank
Strauß, Morris
Urban, Ernst
Voelk, A.
Wagner, Anton
Weinheimer, John
Wünschel, Friedrich
Ziegler, Jacob
Zürn, Georg

Fairview.

Hantschke, G. J. L.

Frankford.

Heinty, Carl
Polzer, Franz

Hanover.

Müller, Jost

Hatfield.

Riethmayer, J. F.

Hockertown.

Pfeffer, Jacob Ferdin.

Le Boeuf.

Hoffmann, Fred.

Luthersburgh.

Weber, Peter S.

Manayunk.

Lingelbach, Henry

Meadville.

Berg, Heinrich

Muncy.

Hoffmann, Paul

Philadelphia.

Ackermann, Louis
Ackermann, Wm. Rob.
Aicher, John C.
Albert.
Albrecht, Bernhard
Albrecht, H. F.
Auer, Gustav Adolph
Auer, Henry
Auerbacher, Louis
Autenrieth, J.
Backmann, C.
Baingo, A.
Ballier, John F.
Balz, Christian F.
Baltz, Peter
Banes, L.
de Barth, Maria
Bauer, Louis G.
Baumann, C. Marius
Becht, Peter
Beinhauer, Albert
Bell, John
Bellak, James
Berger, Carl I.
Berger, Carl II.
Berges, Henry
Berlinger, C.
Beschke, Wm.
Beyer, Gustav
Bezler, George
Binder, John
Blank, L.
Blase, Charles
Blase, Henry
Blum, Jacob
Blum, J.
Boecker, Conrad
Boleg, Louis
Borm, Charles
Bormann, Edward
Bourgnignon, Chas. L.
Brecht, Ferdinand
Bremer, Charles
Breuninger, Georg
Brinckmann, Charles
Brinton, Dr. Dan. G.
Brunow, John J. F.
Bürge, Herman
Burmeister, Dr. F.
Buscher, Harry
Camp, J. H.
Collins, D. M. M.
Collins, James, M. D.
Conday, Paul
Cramm, Julius
Dahlem, Moritz
Daut, Carl
de Dobbeler, Dr. O.
Demmé, Dr. Theo. A.
de Poortere, M. L.
Dickel, J. G.
Dieterle, John, (aus Ober Amt Böblingen, Württemberg)
Dormitzer, M.
Dorn, Henry
Ebble, J.
Ebinger, Wm.
Ehrenpfort, Charles F.
Eisele, Franz
Einhorn, Siegm.
Ellwanger, Jacob
Engel, Dr. H.
Engel, John
Englhofer, C.
Enzer, L. Georg
Etzel, William
Feil, Charles G. (aus Lauffen a. N., Wtbg.)
Fell Carl
Ferg, H.
Feustmann, B. H.
Feustel, Friedrich
Fischer, Bernard
Fischer, Dr. Emil
Fischer, Fidel
Fischer, William
Fleischmann, F. A.
Flimm, Ernst
Flüßer, Georg
Franz, Henry
Frick, Anton
Friedländer, Robert
Fuchs, Carl
Fuchsschwanz, Gebhard
Funk, Francis
Gahlenbeck, A.
Gallaschick, G.
Gastel, Emil
Gebauer, Henry
Gefrorer, C.
Geiger, Andreas
Geiger, John K. (aus Nördlingen, Baiern)
Geipel, Friedrich
Genghof, J. N.
Gerhard, A. S., Med. D.
Gerlach, Wilhelm
Gerne, Christ.
Gerstenäcker, Christoph
Gmelich, Philipp
Goebel, George
Goehting, John (aus Hall, Württemberg)
Goldbeck, H. L.
Goldbek, J. H.
Goldman, J.
Graefe, Charles
Graf, Jacob
Graß, John
Grassinger, M.
Greiner, C Fr.
Greiner, Emma
Groß, D. C.
Großholz, Hermann
Großmann, Philipp
Grube, Wm.
Gruel, Dr. Louis
Gruel, Dr. Th. H. E.
Günther, Friedrich
Günther, Heinrich
Gussen, G.
Haas, A. F.
Haegele, Charles
Hamann, Wilhelm
Hammer, John G.
Hartke, Henry
Hartendorf, George
Hauser, John
Hausmann, A.
Hausmann, C.
Heidelberger, Simon
Heider, Augustin
Heimburg, Julius
Heimer, August
Hein, Julius
Heinold, Conrad
Heinrichs, Karl August
Henke, Heinrich
Henn, John
Herbert, Carl
Herbert, L.
Hermann Literatur Ver.
Herrlein, E.
Herrmann, Augustus
Hessen, John (aus Süchteln, Preußen)
Heßler, Herrmann
Hicken, Folbert A.
Hitzner, Henry
Hoert, Ph.
Hoffmann, Ludwig
Homberger, Fried.
Horn, David
Hornung, Henry
Horstmann Wm J.
Hotz, Martin
Huber, Franz
Hundertpfund Ferdin.
Hunt, Dr.
Jaeckel, Hermann
Jaeger, Christian
Jaeger, Gottlieb
Jagode, Paul
Jander, A. F., Jr.
Jann, Carl Ullrich
Jckler, Henry
Jckler, Jacob
Joebges, Eduard
Israel, Julius
Itzstein, Joseph
Jungmann, J.
Kaemmerer, Dr. Julius
Kaiser, Otto
Kaiser, Wilhelm
Kalck, Nicolaus
Kalck, Victor
Kaltenbach, K.
Kell, C. Theodor
Kellner, Dr. G.

Deck, Franz
Eisener, Carl
Eisenbut, Charles
Ellenberger, Friedr.
Feldman, Wm.
Fiedler, W. R.
Freitag, Jacob
Geiger, Alois
Gollmar, Geo. J.
Groß, John
Hartmann, Moritz
Henkell, Jacob
Hennicke, H.
Herbst, Louis
v. Hocke, W.
Huberty, P.
Jordan, Julius
Keßler, Hugo
König, Marie
Lehmann, B.
Mandel, L.
Morawetz, S.
Möller, H.
Moll, Rob.
Neger, M.
Pupke, G.
Rehmann, Dr.
Rosengarden, J.
Scharmann, H. B.
Schaupp.
Schneider, John
Schnepf, Leop.
Schweickhardt, Chas.
Somsoher, August
Stanser, Philipp
Steinmeyer, Henry
Steitz, Henry
Stuck, F.
Veith, Jos.
Walter, P.
Weber, Daniel
Wedecke, Mrs. Caroline
Winkel, Wm.
Wüst, C.

Wards Island.

Reimer, Dr. A.

Wolcottsville.

Kanold, H.

West Seneca.

Hettig, John

West Seneca Centre.

Wallner, Wm.

Ohio.

Bighton.

Boughman.
Dorn, Ernst
Eichenberger, J. J.

Cincinnati.

Böcke, Ferdinand
Eisenlohr, R. F.
Fähr, A. G.
Helmuth, Jac. A.
Jungh, John Fr. Carl
Kuhlmann, Wm. H.
Pfennigwerth, Emil
Rattermann, A. H.
Ruppold, Wm.
Theobald, Philipp K.
Torges, Alex.
Walter, Philipp
Weil & Co., Max
Winkelmann, Conrad
Wisemann, Heinrich
Wurlitzer, Constantin

Chillicothe.

Bürkley, St.

Cleveland.

Ambrosius, Fr.
Aufrecht, L.
Backus, Wm.
Bichlinger A.
Bloch, Emanuel
Bochow, Fr. G.
Bock, H.
Born, C. F.
Bredelin, Theo. F.
Broderick, Chas.
Bruhn, Henry
Buehne, Fr.
Büttner, W. H.
Buhrer, S.
Buschmann, W.
Ckahsnitz.
Claus, W.
Degenfeld, C. M.
Debeck, Jas.
Decum, Otto
Diemer, P.
Doll, Arnold
Draeger, August
Elmer, N.
Erbe, Otto F.
Fewn, Val.
Fischer, G.
Gebring, C.
Geier, John
Goetz, Dr. E.
Graab, Geo.
Graeter, Charles
Haeusler, A.
Hahn, Carl
Hamm, F.
Hays, K.
Heidinger, Jos.
Heimberger, John C.
Hensch, H.
Hessenmueller, E.
Hocke, Theo.
Jahn, F.
Kadow, J.
Kitzsteiner, G.
Knobbe, J.
Knobloch, Ph.
Kohlmaier, A.
Kobler, Chas.
Krause, Dr. B.
Krause, jr., C. B.
Lambert, Heinr.
Layly, J.
Lehr, F.
Lied, B.
Mädje, Wm. E.
May, A.
Mayer, Charles J.
Mayer, C. W.
Merkel, L. J.
Miller, G.
Moritz, Carl
Müller, Gust.
Müller, Dr. Heinr.
Müller, P.
Nuß, A.
Pollack, M. H.
Port, Wm.
Rettberg, Geo.
Rueßmann, Heinr.
Ruffini, Ernst
Saelzer, Chas.
Sebastian, J. J.
Scheldt, Julius
Schellentraeger, Chas.
Schlater, L.
Schmidecke, L.
Schmidt, F. H.
Schmidt, Gustav
Schmidt, Paul
Schmitt, J. W.
Schwarz, A.
Seckler, N.
Seelbach, Fr.
Sommer, Otto
Spindler, J.
Stuhr, Hermann
Trommlitz, Paul
Trommlitz, W.
Trunk, C.
Umbstaetler, H. D.
Waupel, C. P.
Walker, H. G.
Walter, George
Warnicke, H. F.
Weile, A.
Weiß, Ad. Adolph
Wetzel.
Young, Rev. J. C.

Columbus.

Corzilius, W.
Pfaff, C. F.
Schneider, Lorenz

Marion.

Diebold, Fr.

Toledo.

Baither, G.
Barlow, Theo.
Beckmann, Theobald
Bender, Wilhelm
Bennra, Daniel
Bieber, N.
Birkenhauer, W. W.
v. Blessingh, L.
Brand, Adolph
Brand, Henry
Brenner, Geo.
Brunhoffer, G.
Burde, A.
Dedericks, Robt.
Diebel, Fritz
Doering, John G.
Fella, John B.
Fontain, H.
Gaetschenberger, F. A.
Gaetschenberger, Mathilde.
Greiner, E.
Großenbacher, Samuel
Hahn, H. C.
Hakiss, John J
Hanner, Louis
Harry, J
Hassenzahl, Louis
Henry, John
Henzler, Wm.
Herrmann, John
Hoffmann, Louis
Holzwarth, J. G.
Honnel, George
Ingold, F.
Josenhans, Chas.
Jungbluth, Dr. Karl
Just, R. F.
Krueßmann, Henry
Lang, F.
Lau, K. W.
Leibius, A.
Lippert, Ignatius
Meißner, Geo.
Mery, Jac.
Meyer, F. Joseph
Meyer, George F.
Miche, Ernst
Milverstett, Christ.
Mohr, Wm.
Naulteus, F.
Niemüller, Henry
Riebel, L.
Schmidt, Diedrich
Schnurr, E.
Schröter, O.
Schuck, John
Spielbusch, Henry
Tauke, L.
Thorner, Joseph
Thiem, August
Trost, Gustav
Wachenheimer, L.
Weil, Anton
Winer, John
Winzenried, Bernhard
Witker, John F.

Pennsylvania.

Allegheny City.

Führen, Henry
Heydenreich, Friedrich
Hunneshagen, Henry
Knapp, Carl
Kunz, Jacob
Langhamp, jr., W.
Lutz, Damas.
Oetting, L. Wm. A.
Räder, Charles
Schlag, Emanuel
Schilling, Rev. Carl
Schmidt, Eugene
Seibert, Charles
Weckesser, George

Cedar Hill.

Würtz, John K.

Doylestown.

Spellier, Louis

Erie.

Anthony, John
Arens, Heinrich

Bachmann, Moritz
Baker, Isaac
Bartels, George
Basermann, G.
Becker, P. A.
Beer, Richard
Beer, Rudolph
Boepple, C.
Brandis, C.
Brehm, Henry
Brevillier, F.
Claus, Henry
Diefenbach, Charles
Diez, Jacob
Eberle, John
Ebisch, Gustav
Everaars, F.
Faber, Julius
Franz, C.
Freund, Jacob
Fritz, K.
Fueß, Joseph
Fueßler, J. J.
Gabel, Jacob
Haas, Richard
Hard, Jacob
Hartleb, M.
Hausmann, Valentin
Heinz, John
Heß & Sohn, Theobald
Hoffmann, Eduard
Horn, Jacob
Jarecki, F.
Jarecki, Henry
Jarecki, Hermann T.
Jarely, Carl
Karwiese, Gust. Adolph
Keßler, Christian
Knoll, J. C.
Konke, Albert
Kreuzpointner, Paul
Leonhard, C.
Liebell, Ph.
Mehl, Charles F
Mertens, August
Meyer, P. A.
Mick & Son, Wm.
Miller, C. W.
Parson, Charles W.
Rabe, Christian
Schmidt, Alfr.
Sevin, J. Th.
Steiner, Frank
Strauß, Morris
Urban, Ernst
Voelk, A.
Wagner, Anton
Weinheimer, John
Wünschel, Friedrich
Ziegler, Jacob
Zürn, Georg

Fairview.

Hantschke, G. J. L.

Frankford.

Heintz, Carl
Polzer, Franz

Hanover.

Müller, Jost

Hatfield.

Riethmayer, J. F.

Hockertown.

Pfeffer, Jacob Ferdin.

Le Boeuf.

Hoffmann, Fred.

Luthersburgh.

Weber, Peter S.

Manaunk.

Lingelbach, Henry

Meadville.

Berg, Heinrich

Muncy.

Hoffmann, Paul

Philadelphia.

Ackermann, Louis
Ackermann, Wm. Rob.
Aicher, John C.
Albert.
Albrecht, Bernhard
Albrecht, H. F.
Auer, Gustav Adolph
Auer, Henry
Auerbacher, Louis
Autenrieth, J.
Backmann, C.
Baingo, A.
Ballier, John F.
Balz, Christian F.
Baltz, Peter
Banes, L.
de Barth, Maria
Bauer, Louis G.
Baumann, C. Marius
Becht, Peter
Beinhauer, Albert
Bell, John
Bellak, James
Berger, Carl I.
Berger, Carl II.
Berges, Henry
Berlinger, C.
Beschke, Wm.
Beyer, Gustav
Bezler, George
Binder, John
Blank, L.
Blase, Charles
Blase, Henry
Blum, Jacob
Blum, J.
Boecker, Conrad
Boleg, Louis
Borm, Charles
Bormann, Edward
Bourguignon, Chas. L.
Brecht, Ferdinand
Bremer, Charles
Brenninger, Georg
Brinckmann, Charles
Brinton, Dr. Dan. G.
Brunow, John J. F.
Bürge, Herman
Burmeister, Dr. F.
Buscher, Harry
Camp, J. H.
Collins, D. M. M.
Collins, James, M. D.
Conday, Paul
Cramm, Julius
Dahlem, Moritz
Daut, Carl
de Dobbeler, Dr. O.
Demms, Dr. Theo. A.
de Poortere, M. L.
Dickel, J. G.
Dieterle, John,
(aus Ober Amt Böblingen, Württemberg)
Dormitzer, M.
Dorn, Henry
Ebble, J.
Ehinger, Wm.
Ehrenpfort, Charles F.
Eisele, Franz
Einhorn, Siegm.
Ellwanger, Jacob
Engel, Dr. H.
Engel, John
Englhofer, C.
Enzer, L. Georg
Etzel, William
Feil, Charles G.
(aus Lauffen a. N., Wtbg.)
Fell Carl
Ferg, H.
Feustmann, B. H.
Feustel, Friedrich
Fischer, Bernard
Fischer, Dr. Emil
Fischer, Fidel
Fischer, William
Fleischmann, F. A.
Flimm, Ernst
Flüßer, Georg
Franz, Henry
Frick, Anton
Friedländer, Robert
Fuchs, Carl
Fuchsschwanz, Gebhard
Funk, Francis
Gahlenbeck, A.
Gallaschick, G.
Gastel, Emil
Gebauer, Henry
Gefrorer, C.
Geiger, Andreas
Geiger, John K.
(aus Nördlingen, Baiern)
Geipel, Friedrich
Genghof, J. N.
Gerhard, A. S., Med. D.
Gerlach, Wilhelm
Gerne, Christ.
Gerstenäcker, Christoph
Gmelich, Philipp
Goebel, George
Goehting, John
(aus Hall, Württemberg)
Goldbeck, H. L.
Goldbek, J. H.
Goldman, J.
Graefe, Charles
Graf, Jacob
Graß, John
Grassinger, M.
Greiner, C Fr.
Greiner, Emma
Groß, D. C.
Großholz, Hermann
Großmann, Philipp
Grube, Wm.
Gruel, Dr. Louis
Gruel, Dr. Th. H. C.
Günther, Friedrich
Günther, Heinrich
Gussen, G.
Haas, A. F.
Haegele, Charles
Hamann, Wilhelm
Hammer, John G.
Hartke, Henry
Hartendorf, George
Hauser, John
Hausmann, A.
Hausmann, C.
Heidelberger, Simon
Heider, Augustin
Heimburg, Julius
Heimer, August
Hein, Julius
Heinold, Conrad
Heinrichs, Karl August
Henke, Heinrich
Henn, John
Herbert, Carl
Herbert, L.
Hermann Literatur Ver.
Herrlein, C.
Herrmann, Augustus
Hessen, John
(aus Süchteln, Preußen)
Heßler, Herrmann
Hicken, Folbert A.
Hitzner, Henry
Hoert, Ph.
Hoffmann, Ludwig
Homberger, Fried.
Horn, David
Hornung, Henry
Horstmann Wm J.
Hotz, Martin
Huber, Franz
Hundertpfund Ferdin.
Hunt, Dr.
Jaeckel, Hermann
Jaeger, Christian
Jaeger, Gottlieb
Jagode, Paul
Jander, A. F., jr.
Jann, Carl Ullrich
Jckler, Henry
Jckler, Jacob
Joebges, Eduard
Israel, Julius
Itzstein, Joseph
Jungmann, J.
Kaemmerer, Dr. Julius
Kaiser, Otto
Kaiser, Wilhelm
Kalck, Nicolaus
Kalck, Victor
Kaltenbach, K.
Kell, C. Theodor
Kellner, Dr. G.

Kiesling, N.
Kindt, Wilhelm
Kinike, Jos.
Kitsch, Fr.
Klas, Henry
Klein, Carl
Kleinert, Mrs. Anna
Kleinfelder, Carl
Klichenspies, Louis
Klimmer, J. A.
Klingelhoeffer, Geo. A.
Klingler, John
Koehler, Bernhard
Koehler, J. G.
Kohn, J.
Koons, Friedrich
Koradi, Rudolf
Kneippe, Philipp
Kramer, Theodor
Kranz, Martin
Kretzschmann, Bernhard
Kretzschmar, Eduard
Krüger, August
Krüger, Heinrich
Krüger, L.
Kuell, Francis P.
Kuenzel, W.
Kuhn, M.
Kulling, Franz Albert
Kunkely, Ernst Louis
Kunzig, Henry
Kuppinger, Christian
Kurtz, Wm.
Ladner, Friedrich
Ladner, Louis J.
Ladner, Wm. T.
Laesch, Ludwig
Lauber, Ph. J.
Lehmann, Julius
Leithen, Richard
Leupold, H.
Liebisch, Eduard Wilh.
Liesel, Jacob
Ließink, Richard F.
Lindemann, Carl Frd.
Lonnerstädter, Wm.
Lutz, Andrew

Maag, Ed.
Maas, Charles
Maas, Jos.
Mak, John C.
Manicke, Charles
Mas, Jacob
Maier, Gottlieb
Maier, Xaver
Martin, F L.
Marxen, Henry
Maurer, F. W.
May, C. Henry
Mayer jr., F.
Mehler, Charles
Meude, F. C.
Merkle, Fred.
Meyer, Charles I.
Meyer, Charles II.
Meyer, Siegmund
Miller, W. A.
Mittelberger, F.
Möller, Johann
Moor, Wm.
Müller, Christian
Müller, George
Müller, Simeon
Müller, Wm. H.
Myers, J B.

Narr, F.
Nebinger, Daniel
Neef, Anton
Netsch, Friedrich
Neumann, H.
Newman, Charles
Niedhardt, Otto
Niedomanski, E.
Nyholm, Chas. J.

Oettel, Emil
Oerle, Gottlieb
Ohse, Heinrich
Oldach & Mergenthaler
Orth, Francis
Oschman, Henry
Ott, George

Pabst, Daniel
Pabst, John
Pabst, Louis
Paul, Robert S.
Peeler, Charles
Pentermann, Herm. H.
Peters, H.
Petersen, Nicolaus
Pfaefflin, Fred.
Pierfol, M. E.
Presser, Charles
Probst, August
Püschel, Henry
Quast, Maxim.
Querner, Dr. E.

Radisch, Eduard
Ragotzky, A.
Rapp, Fredr.
Rathje, Carl
Raue, C. G.
Rausch, Wilhelm
(aus Balingen, Württemb.)
Reen, Charles
Reinhardt, Gottlieb
Reiser, Joseph
Reist, John
Reistle, Ernst
Reyle, J.
Ringler, Chas. F.
Ritzenhoff, Paul
Rockey, J.
Roder, Conrad
du Roi, O.
Rominger, J. G.
Röckle, G. Adam
Rodenbusch, John P.
Roesch Eisen, A. F.
Rohn, J.
Rosenthal, Günther
Rosenthal, L. N.
Roth, Chas.
Ruoff, Moritz

Sander, C.
Sartori, Albert
Sauerbrey, Louis
Sauermilch, Heinrich
Schäfer, Ernst
Schaefer, Frank
Schauer, Hugo
Scheibe, H.
Schemm, Peter
Scheuffelen, August
Schimpf, August
Schlegel, John
Schlez, Friedr.
Schmidt, F.
Schmidt, L.
Schmitt, Carl
Schmitthenner, Jacob
Schoch, Christian
Schoenhut, Albert
Schrank, Fr.
Schühler, Charles
Schuster, John G.
Schoeninger, Joseph A.
Schünemann-Pott, Fr.
Schuh, Hermann
Schuhmacher, Peter
Schuler, Chas.
Schuler, Theodor
Schott, Ernst
(aus Kirchheim u. T., Wtbg.)
Schott, John D.
Schwartz, C.
Schwartz, Otto
Schwarz, Christoph
Schwarz, G. A.
Schwarzkopf, Fr.
Schwechler, Leonhard
Schwindt, Geo.
Schymik, John
Seeger, John Christian
Seib, August
Seidensticker, Oswald
Sengstack, A. W.
Seltmann, Ernst
Semper, Conrad
Sendmeyer, H.
Seyboth, Heinrich
Sick, Wm.
Siegmann, Geo.
Sievers, Julius
Souder, Eugene
Speidel, Geo.
Spies, John
Spanier, Henry
Spoehr, Fr.
Stahl, Andreas
Steinle, John G.
Steinhäuser, B. Gustav
Steinmetz, Friederich
Stern, Julius
Stetler, Mo. G., M. D.,
Stoll, Leonhard
Stolze, F. H.
Susman, Barthold

Teubner, F.
Thauer, Mortimer
Theis, Carl
Thier, Friedrich
Truchses, E. S.
Tuch, Emil
Tuchband, Julius

Valer, Jacob
Voelker, Michael
(aus Orschweyer, Hess. Nassau, Preuss.)
Voigt, Anton
Voigt, Fred.
Voigt, Friedrich
Vollmer, G.
Voltair, Carl

Wallerstein, E.
Walther, Friedrich
Weber, Melchior
Weger, Franz
Wenner, C.
Wenner, Robert J.
Werlhof, Theo.
Wessels, Wm.
Wetzstein, Dr. Gallus
Weyding, C.
Wieland, Bernhard
Wilbert, Georg
Wilcke, Julius
Winneberger, George
Witte, L. H.
Wittig, Conrad
Woerwag, C. A.
Woertz, John G.
Wolf, Adam
(aus Dornhan, Württemb.)
Wolff, Chas. C.
Wüstenberg, Fritz
Zaun, Jacob
Zeitz, Fritz
Zoller, Dr. Chs. (2 C.)

Pittsburgh.

Becker, Adam
Bersh, Wilhelm
Braun, Philipp
Brehm, Louis
Bußmann, F. H.
Ekert, Wilhelm
Förster, Emil
Greineisen, Frd. L.
Mayer, Fred.
Müller, Urban
Pflaum, Dr.
Rommel, G. F. K.
Roth, Geo. J.
Scharnke, Julius
Siedle Nicholas
Steinberg, Heinrich

Pleasantville.

Germer, Otto

Reading.

Berg, Edward A.
Bissinger, Philipp
Flatt, Otto
Hoffman, Emil
Lauer, Fred.
Rosenthal, Wilhelm

Scranton.

Neuffer, Charles D.
Scranton Liederkranz
Vetter, Chas.
Wagner, Fredr.
Wunderlich, W.
Zizelmann, Chas., Rev.

Warren.

Merck.

Williamsport.

Man Julius
Koch, August, sen.

Shakespeare's

Dramatische Werke.

Uebersetzt von

Schlegel und Tieck.

Amerikanische Stereotyp-Ausgabe

in

Acht Bänden.

Philadelphia,
Verlag von F. W. Thomas & Söhne.
1869.

☞ Siehe Prospektus auf der Rückseite.

Nachtrag.

Charleſton, S. C.
Kramer, Louis H.

Cincinnati, O.
Waffenſchmidt, Geo.

Louisville, Ky.
Blum, Wm. F.

Finher, Richardt
Rudolf, Henry W.

New York, N. Y.
Bayerle, G.
Chatillon, John
Hegny, John
Hundertpfund, Wm.
Kallenberg, Henry
Moeller, John
Sonnenſchein, Dr. S. H.
Spina, Ch. F.
Stendel, R.
Stutzer, Dr. Emil

Philadelphia, Pa.
Becker, Geo. H.
Hausmann, Georg
Krüger, Hermann
Langer, Adolph
Newkumet, Philip
Schmidt, Chriſt.
Schneyer, Chas.
Stremmel, Chriſt.

Shakespeare's

Dramatische Werke.

Uebersetzt von

Schlegel und Tieck.

Amerikanische Stereotyp-Ausgabe

in

Acht Bänden.

Philadelphia,
Verlag von F. W. Thomas & Söhne.
1869.

☞ Siehe Prospektus auf der Rückseite.

Prospektus.

Während die Anerkennung und Würdigung der Dichterglorie **William Shakespeare's** in der erfreulichsten Weise immer allgemeiner wird und die Anzahl seiner Verehrer täglich zunimmt, ist es Thatsache, daß die Werke dieses großen Dramaturgen, unter den Deutschen, namentlich in Amerika, bis jetzt nur wenig verbreitet sind. Der Grund hierfür dürfte wohl darin zu suchen sein, daß von der großen Anzahl von Uebersetzungen der Shakespeare'schen Werke, die wohlfeileren so schlecht und mangelhaft sind, daß sie trotz des niedrigen Preises wenige Käufer finden, die wenigen guten Uebersetzungen aber bisher so theuer waren, daß es nur den Bemittelteren vergönnt war, sich in den Besitz derselben zu setzen. So glauben wir denn, den Wünschen von Tausenden zu begegnen, wenn wir unserem Verlage der „Deutschen Classiker" — Schiller, Göthe, Lessing u. s. w. — hiermit nun auch eine Ausgabe von Shakespeare's dramatischen Werken in der anerkannten besten deutschen Uebersetzung der Herren A. W. v. Schlegel und L. Tieck hinzufügen und zwar in solcher Weise, daß es auch jedem weniger Begüterten leicht möglich wird, sich in den Besitz der Werke dieses Königs unter den Dichtern zu setzen. Und, in der That, diese Werke sollten in dem Bücherschranke keines auf Bildung Anspruch machenden Deutschen fehlen — denn mehr als ein Dichter unserer großen Epoche ist Shakespeare geeignet, gerade in den großen Kreisen des gebildeten Publikums, unter Welt- und Geschäftsleuten ein nachhaltiges, geistiges Interesse zu wecken, der sogenannten öffentlichen Meinung eine solide Grundlage gesunder Anschauungen zu geben, den Blick für die reale Welt zu schärfen, ohne das Herz seiner höheren Heimath zu entfremden. Tiefer, als Shakespeare, hat kein Dichter in das Innerste der menschlichen Seele geblickt; und kein anderer hat eine solche Menge von Mannichfaltigkeit und Charakteren mit gleicher Wahrheit und Wärme in poetischer Form zusammen zu stellen gewußt. Die Summe seiner Schauspiele ist eine moralische Welt. Alle unsere Dichtercoryphäen haben dem Genius Shakespeare gehuldigt, haben zu ihm, wie zu einem höheren Wesen hinaufgeblickt und ihn als solches verehrt. Gotthold Ephraim Lessing war der Erste, der Shakespeare in Deutschland auf den Thron erhob; ihm folgte Wieland, dann Herder, Göthe, Schiller u. s. w. Einer unserer tiefsten Denker und größten Geschichtsforscher der Neuzeit, Gervinus, sagt von ihm: „Man prüfe die Handlungen, die Sentenzen, den Gedankenkreis in seinen Werken; in diesem großen Kodex von Lebensbildern der Weisheit ist fast nichts, was man jetzt, nach dreihundert Jahren, veraltet nennen könnte, und man mache sich klar, was in diesem Ausspruche gelegen ist. Göthe selbst hat uns erzählt, wie ihm und seinen Genossen in Sturm und Drang Shakespeare's Werke zur Weltbibel wurden."

☞ Unsere Ausgabe von Shakespeare's dramatischen Werken wird in 40 Lieferungen in rascher Aufeinanderfolge und zu dem beispiellos billigen Preise von 10 Cents per Lieferung erscheinen und somit ebensowohl allen denjenigen, welchen die besseren Uebersetzungen der Shakespeare'schen Werke zu kostspielig waren, als denjenigen, welche — nach Lessing's Ausspruch — „so unglücklich sind, keinen Shakespeare zu kennen", Gelegenheit geboten, sich in den Besitz seiner Werke zu setzen.

☞ Shakespeare's dramatische Werke erscheinen in 40 Lieferungen, à 10 Cents; jede Lieferung circa 72 Seiten in Duodez-Format. Fünf Lieferungen bilden einen Band, so daß das ganze Werk aus acht Bänden besteht.

☞ Alle Buchhandlungen und Agenten nehmen Bestellungen an.

☞ Die Lieferungen werden rasch aufeinander folgen.

Philadelphia, im Mai 1869.

J. W. Thomas & Söhne.

Die Verlags-Buchhandlung

von

F. W. Thomas & Sohn,

416 und 418 Nord 4te Straße, Philadelphia,

Bringt hiermit zur Kenntniß, daß sie Einzelabdrücke der classischen Schriften von

Schiller, Goethe, Lessing, Hauff und Zschokke

veranstaltet hat und solche den geehrten Freunden deutscher Literatur zu den billigsten Preisen offerirt.

☞ Besonders werden die Herren Schauspiel-Directoren und deren Personal, sowie die Herren Schullehrer darauf aufmerksam gemacht.

Schiller.

	Cts.
Schiller's Gedichte	25
Die Räuber. Schauspiel	10
Die Verschwörung des Fiesko zu Genua. Trauerspiel	10
Kabale und Liebe. Trauerspiel	10
Iphigenia in Aulis, übersetzt aus dem Euripides	10
Don Carlos, Infant von Spanien. Ein dramatisches Gedicht	10
Wallenstein's Lager. Ein dramatisches Gedicht	10
Die Piccolomini. Ein dramatisches Gedicht	10
Wallenstein's Tod. Ein dramatisches Gedicht	10
Maria Stuart. Trauerspiel	10
Die Jungfrau von Orleans. Eine romantische Tragödie	10
Die Braut von Messina. Ein Trauerspiel mit Chören	10
Wilhelm Tell. Schauspiel	10
Macbeth. Trauerspiel von Shakespeare	10
Turandot, Prinzessin von China. Ein tragikomisches Mährchen nach Gozzi	10
Phädra. Trauerspiel von Racine	10
Geschichte des dreißigjährigen Kriegs	25

Goethe.

	Cts.
Leiden des jungen Werther	10
Die Wahlverwandtschaften. Ein Roman	15
Wilhelm Meisters Lehrjahre	40
Wilhelm Meisters Wanderjahre, oder die Entsagenden	35
Benvenuto Cellini	40
Faust. Eine Tragödie	35
Die Laune der Verliebten. Ein Schäferspiel in Versen	10
Die Mitschuldigen. Ein Lustspiel in Versen	10
Iphigenie auf Tauris. Schauspiel	10
Torquato Tasso. Schauspiel	10
Die natürliche Tochter. Trauerspiel	10
Egmont. Trauerspiel	10
Clavigo. Trauerspiel	10
Stella. Trauerspiel	10
Der Groß-Cophta. Lustspiel	10
Der Bürger-General. Lustspiel	10
Die Aufgeregten. Politisches Drama	10
Der Triumph der Empfindsamkeit. Eine dramatische Grille	10
Die Vögel, nach dem Aristophanes	10
Erwin und Elmira. Singspiel	10
Claudine von Villa Bella. Singspiel	10
Jery und Bätely. Singspiel	10
Lila. 1777—1778	10
Die Fischerin. Singspiel	10
Scherz, List und Rache. Singspiel	10
Hermann und Dorothea	10
Achilleis	10
Reineke Fuchs	10
Mahomet. Trauerspiel nach Voltaire	10
Tancred. Trauerspiel nach Voltaire	10
Götz von Berlichingen mit der eisernen Hand. Schauspiel	10
Aus meinem Leben. Wahrheit und Dichtung	50

Lessing.

	Cts.
Die Juden. Lustspiel	10
Der Freigeist. Lustspiel	10
Miß Sarq Sampson. Trauerspiel	10
Philotas. Trauerspiel	10
Minna von Barnhelm, oder das Soldatenglück. Lustspiel	10
Emilia Galotti. Trauerspiel	10
Nathan der Weise. Ein dramatisches Gedicht	10

Hauff.

	Cts.
Jud Süß	10
Die Bettlerin vom Pont des Arts	10
Othello	10
Phantasieen im Bremer Ratskeller	10
Die letzten Ritter von Marienburg	10
Der Mann im Monde, oder der Zug des Herzens ist des Schicksals Stimme, von H. Clauren	15
Lichtenstein. Eine romantische Sage	25
Mittheilungen aus den Memoiren des Satans	15
Mährchen für Söhne und Töchter gebildeter Stände	25
Gedichte	10

Zschokke.

	Cts.
Alamontade	15
Die Herrnhuter-Familie	10
Kleine Ursachen. Eine Doppelgeschichte	10
Jonathan Frock	10
Die Verklärungen	10
Blätter aus dem Tagebuche des armen Pfarr-Vikars von Wilsdire	10
Ein Narr des neunzehnten Jahrhunderts	10
Die weiblichen Stufenjahre	10
Der Millionär. Eine Doppelgeschichte	10
Der todte Gast	10
Der Fürstenblick	10
Das Loch im Aermel	10
Abdrich im Moos	20
Der Flüchtling im Jura	10
Die Irrfahrt des Philhelenen	10
Florette, oder die erste Liebe Heinrichs IV.	10
Die Gründung von Maryland	10
Der Freihof von Aarau	20
Der Pascha von Buda	10
Der Creole	15
Die Bohne	10
Die Nacht in Brezwezmeisl	10
Es ist sehr möglich	10
Die Erbschaft	10
Das blaue Wunder	10
Erzählungen im Nebel	10
Die isländischen Briefe	10
Das Pfarrhaus	10
Lyonel Harlington	20
Bilder aus dem häuslichen Leben	10
Die Liebe der Ausgewanderten	10
Tantchen Rosmarin, oder Alles verkehrt	10
Hans Dampf in allen Gassen	10
Herrn Quints Verlobung	10
Rückwirkungen, oder Wer regiert denn?	10
Das Wirthshaus zu Cransac	10
Das Abenteuer der Neujahrsnacht	10
Die Walpurgisnacht	10
Der Blondin von Namur	10
Kriegerische Abenteuer eines Friedfertigen	10
Der Feldweibel	10
Die Prinzessin von Wolfenbüttel	15
Agathokles, Tyrann von Syrakus	10
Der Pflanzer in Cuba	10
Das Goldmacherdorf	10
Abellino, Schauspiel	10

Stanford University Libraries
3 6105 010 306 657
500
H919

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD AUXILIARY LIBRARY
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004
(415) 723-9201
All books may be recalled after 7 days

DATE DUE

FEB 1997
FEB 1 4 1997